

BEST AVAILABLE COPY

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

03. 9. 2004

REC'D 18 NOV 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 9 月 3 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 1 0 9 6 8
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 3 1 0 9 6 8]

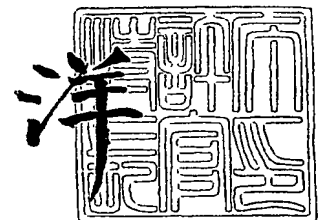
出 願 人 株式会社小松製作所
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 1 月 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 P03-031
【提出日】 平成15年 9月 3日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 C22C 1/08
E02F 3/00

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府枚方市上野 3 丁目 1 - 1 株式会社小松製作所生産技術開発センター内
【氏名】 高山 武盛

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府枚方市上野 3 丁目 1 - 1 株式会社小松製作所生産技術開発センター内
【氏名】 岡村 和夫

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府枚方市上野 3 丁目 1 - 1 株式会社小松製作所生産技術開発センター内
【氏名】 大西 哲雄

【特許出願人】
【識別番号】 000001236
【氏名又は名称】 株式会社小松製作所
【代表者】 坂根 正弘

【代理人】
【識別番号】 100097755
【弁理士】
【氏名又は名称】 井上 勉

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 025298
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9723506

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

Cu または Cu 合金が 10～90 重量%で、残部が Mo を主体とする相対密度が 90% 以上の焼結体からなることを特徴とする焼結摺動材料。

【請求項 2】

前記焼結体は、Mo 成形体の焼結と同時に Cu または Cu 合金が溶浸されてなるものであって、その密度が $8.7 \sim 9.5 \text{ gr/cm}^3$ に調整され、かつその気孔率が 7 体積% 以下である請求項 1 に記載の焼結摺動材料。

【請求項 3】

前記 Mo 成形体は平均粒径が $10 \mu\text{m}$ 以下の Mo 粉末で構成され、さらに平均粒径が $30 \mu\text{m}$ 以上の黒鉛、 MoS_2 、BN、 CaF_2 等の固体潤滑剤が 5～60 体積% 含有されている請求項 2 に記載の焼結摺動材料。

【請求項 4】

少なくとも Sn が 5～20 重量% 含有されるとともに、Ti; 0.2～5 重量%、Al; 0.2～14 重量%、Pb; 0.2～15 重量%、P; 0.1～1 重量% のうちの 1 種以上が含有され、さらに Ni、Si 等の合金元素および/または硬質粒子が 10 体積% 以下含有されている請求項 1～3 のいずれかに記載の焼結摺動材料。

【請求項 5】

請求項 1～4 のいずれかに記載の焼結摺動材料を摺動面部位に配するように裏金と一体化してなることを特徴とする摺動部材。

【請求項 6】

前記摺動面部位に穴や溝等の凹部が形成されるように前記焼結摺動材料が前記裏金に一体化されるとともに、その凹部に、潤滑油とワックス類からなる潤滑性組成物、潤滑性樹脂、固体潤滑剤、および固体潤滑剤とワックス類からなる潤滑性組成物のうちのいずれかが充填されている請求項 5 に記載の摺動部材。

【請求項 7】

前記裏金は、すべり軸受の軸受裏金、回転体を支持する軸受軸の基材、および球面ブッシュの基材のいずれかである請求項 5 または 6 に記載の摺動部材。

【請求項 8】

前記焼結摺動材料の前記裏金への一体化は、焼結接合、焼結溶浸接合、ろう付け、かしめ、嵌合、圧入、接着、ボルト締結、クリンチ結合等の方法によるものである請求項 5～7 のいずれかに記載の摺動部材。

【請求項 9】

Cu 合金が 10～90 重量%で、残部が Mo を主体とする混合粉末を裏金鋼板に散布して焼結接合した後に、その焼結接合にて形成された焼結層に潤滑組成物、潤滑性樹脂および/または固体潤滑剤と樹脂からなる固体潤滑複合材を充填しつつライニングして摺動面層を形成し、この摺動面層を内周面側または外周面側に配するように丸曲げて円筒状または略円筒状に成形してなることを特徴とする摺動部材。

【請求項 10】

前記裏金鋼板は、前記焼結接合が施される面に予め Cu メッキまたは青銅系、鉛青銅系、Fe-Cu-Sn 系もしくは Fe-Cu-Pb 系焼結材料が焼結接合されてなるものである請求項 9 に記載の摺動部材。

【請求項 11】

前記混合粉末は、平均粒径が $0.05 \sim 2.0 \text{ mm}$ に造粒されている請求項 9 または 10 に記載の摺動部材。

【請求項 12】

請求項 1～4 のいずれかに記載の焼結摺動材料からなる小片が、青銅系、鉛青銅系、Fe-Cu-Sn 系もしくは Fe-Cu-Sn-Pb 系焼結材料が焼結接合された裏金鋼板に散布されるとともに、別体の青銅系焼結体が前記小片の周囲に埋め込まれるように配置され、その小片がその別体の青銅系焼結体中に含有されるようにして裏金に一体化されて

なることを特徴とする摺動部材。

【請求項 13】

一側の機械構成要素と、この一側の機械構成要素に支持される軸受軸およびその軸受軸に外嵌される軸受ブッシュを介して配される他側の機械構成要素とを、互いに回転または回動可能に連結する連結装置、もしくは一側の機械構成要素と、この一側の機械構成要素に支持される軸受軸およびその軸受軸に外嵌される軸受ブッシュを介して配される他側の機械構成要素とを、互いに回転または回動可能に連結し、かつ前記一側の機械構成要素と前記他側の機械構成要素との間に作用するスラスト荷重を受支するスラスト軸受を備える連結装置において、

前記軸受軸、軸受ブッシュおよびスラスト軸受のうちの1種以上を請求項7に記載の摺動部材で構成することを特徴とする連結装置。

【請求項 14】

一側の機械構成要素と、この一側の機械構成要素に支持される軸受軸およびその軸受軸に外嵌される軸受ブッシュを介して配される他側の機械構成要素とを、互いに回転または回動可能に連結する連結装置において、

前記軸受軸を、請求項7に記載の摺動部材で構成するとともに、

前記軸受ブッシュを、硬化熱処理が施されていない鋼管で構成し、かつその鋼管における摺動面部位に所要の潤滑溝を形成することを特徴とする連結装置。

【請求項 15】

一側の機械構成要素と、この一側の機械構成要素に支持される軸受軸およびその軸受軸に外嵌される軸受ブッシュを介して配される他側の機械構成要素とを、互いに回転または回動可能に連結する連結装置において、

前記軸受軸を、請求項7に記載の摺動部材で構成するとともに、

前記軸受ブッシュを、Fe-C系、Fe-C-Cu系もしくはCu-Sn系合金の含油焼結材料で構成することを特徴とする連結装置。

【請求項 16】

前記一側の機械構成要素に対する前記軸受軸の被支持面部位に、請求項1～4のいずれかに記載の焼結摺動材料が一体化されている請求項13～15のいずれかに記載の連結装置。

【請求項 17】

作業機、クローラ式下部走行体におけるトラックリンク、同下部走行体における転輪装置、ブルドーザの車体を支えるイコライザ、およびダンブトラック等のサスペンション装置のいずれかにおける連結部位の連結手段として用いられる請求項13～16のいずれかに記載の連結装置。

【請求項 18】

請求項1～4のいずれかに記載の焼結摺動材料を、摺動面に作用する面圧が 300 kgf/cm^2 以上で、かつすべり速度が 2 m/min 以下の摺動条件で使用することを特徴とする焼結摺動材料の使用法。

【請求項 19】

請求項5～12のいずれかに記載の摺動部材を、摺動面に作用する面圧が 300 kgf/cm^2 以上で、かつすべり速度が 2 m/min 以下の摺動条件で使用することを特徴とする摺動部材の使用法。

【請求項 20】

請求項13～17のいずれかに記載の連結装置を、摺動面に作用する面圧が 300 kgf/cm^2 以上で、かつすべり速度が 2 m/min 以下の摺動条件で使用することを特徴とする連結装置の使用法。

【書類名】明細書

【発明の名称】焼結摺動材料、摺動部材および連結装置並びにその使用方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、高面圧・低速摺動などのような過酷な摺動条件下での耐焼付き性、耐摩耗性の向上などをねらいとした焼結摺動材料、摺動部材および連結装置並びにその使用方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、長期間の給脂間隔もしくは給脂無しで使用可能な軸受として、Cu系およびFe系の多孔質焼結合金中の気孔に潤滑油を含有させてなる含油すべり軸受が広く実用に供されている。ここで、Cu系およびFe系の多孔質焼結合金の選定に関しては、油潤滑状況、摺動速度、摺動面圧等の条件に応じて決められており、軽負荷で高速摺動条件では青銅系の含油すべり軸受が好適に利用され、高面圧で低速摺動条件ではFe-C, Fe-Cu, Fe-C-Cu系の含油すべり軸受が好適に利用されている（例えば、非特許文献1参照）。また一方で、高力黄銅や青銅製の軸受材料に固体潤滑剤である黒鉛片を規則的に配列し、その黒鉛片に潤滑油を含有させてなるすべり軸受も広く利用されている（例えば、オイレス工業社製；500SP）。他方、高面圧・低速摺動下での摺動特性の向上をねらいとした先行技術が例えば特許文献1～特許文献8によって提案されている。なおここで、前記非特許文献1においては、含油軸受に使用する潤滑油の選定について、低速・高荷重の場合には高粘度の潤滑油を選択し、逆に高速・軽負荷の場合には低粘度の潤滑油を選択するのが適当であり、一般的に焼結軸受の適性油は、非多孔質なすべり軸受に比べて油圧の逃げの現象が発生するために、全般的に高粘度側に寄っているといった内容が記載されている。

【0003】

前記特許文献1においては、 600 kgf/cm^2 以上の高面圧で、摺動速度が $1.2\sim 3\text{ m/min}$ の範囲の摺動条件に使用する鉄系焼結体含油軸受に動粘度が $240\text{ cSt}\sim 1500\text{ cSt}$ の潤滑油を含浸させたすべり軸受におけるその鉄系焼結体として、気孔率が $5\sim 30$ 体積%で、銅粉末と鉄粉末とからなる複合焼結合金を採用するとともに、摺動面に対して浸炭、窒化または浸硫窒化处理を施すことが好ましいとの内容が開示されている。

【0004】

また、前記特許文献2においては、鉄炭素合金基地中にマルテンサイトを含み、かつ銅粒子および銅合金粒子のうちの少なくとも一方が分散されてなる鉄基焼結合金の気孔中に、常温で半固体状態または固体状態で滴点 60°C 以上の極圧添加材もしくは固体潤滑剤を含む潤滑組成物を充填してなるすべり軸受が 30 MPa 以上の面圧状態で良好なすべり軸受となることが開示されている。

【0005】

また、特許文献3においては、Ni； $5\sim 30$ 重量%、Sn； $7\sim 13$ 重量%およびP； $0.3\sim 2$ 重量%を含有する銅合金粉末に、Mo； $1\sim 5$ 重量%と黒鉛粉末 $1\sim 2.5$ 重量%とを混合した混合粉末を加圧焼結することでプレス機のウェアプレート等に使用されて好適な自己潤滑性を有する焼結銅合金が得られるといった内容が開示されている。

【0006】

また、特許文献4においては、マルテンサイトが存在する鉄炭素合金基地中にCu粒子またはCu合金粒子が分散されてなり、Cuの含有量が $7\sim 30$ 重量%であるとともに、前記鉄炭素合金基地より硬質な相として特定の組成を有する合金粒子が $5\sim 30$ 重量%分散され、かつ気孔率が $8\sim 30$ 体積%であることを特徴とする含油軸受用耐摩耗性焼結合金が開示されている。そして、この含油軸受用耐摩耗性焼結合金においては、多量の軟質なCu粒子をマルテンサイト相中に分散させることによって馴染みを改善し、また基地のマルテンサイトより硬質な合金粒子を分散させることによって、基地の塑性変形を低減

するとともに、滑り摺動時に基地合金にかかる負担を低減することで、高面圧下においても優れた耐摩耗性が得られるようにされている。なおここで、前記合金粒子として当該特許文献には、(1) 0.6~1.7重量%、Cr; 3~5重量%、W; 1~20重量%、V; 0.5~6重量%を含有するFe基合金粒子(高速度鋼(ハイス)粉末粒子)、(2) C; 0.6~1.7重量%、Cr; 3~5重量%、W; 1~20重量%、V; 0.5~6重量%、Moおよび/またはCo; 20重量%以下を含有するFe基合金粒子(高速度鋼(Mo, Coを含むハイス)粉末粒子)、(3) 55~70重量%のMoを含有するMo-Fe粒子(フェロモリブデン)、(4) Cr; 5~15重量%、Mo; 20~40重量%、Si; 1~5重量%を含有するCo基合金粒子(肉盛り溶射用耐熱耐摩耗性合金粉、キャボット社製、商品名コバメット)、などが列挙されている。

【0007】

また、本出願人の先願に係る特許文献5においては、組織中に少なくとも β 相が分散した($\alpha + \beta$)二相組織、もしくは β 相組織からなるCu-Al-Sn系焼結摺動材料における、その組織中に各種の金属間化合物等の硬質分散材、黒鉛等の固体潤滑剤等が含有されてもよいことを特徴として、更に例えば作業機連結装置に圧入される際の軸受剛性と圧入力維持されるように、そのCu-Al-Sn系焼結摺動材料が鉄系の裏金の内周面に一体化されて構成されるすべり軸受が開示されている。このすべり軸受においては、前記Cu-Al-Sn系含油焼結材料が、前述の特許文献4に係るマルテンサイトを含有する軸受材料と較べて軟質であり、また摺動相手部材(作業機連結ピンなど)との馴染みに優れることから、従来の鉄炭素合金基地の軸受材料では達成できない、極めて遅い摺動速度(0.6m/min以下)で、かつ1200kgf/cm²までの高面圧下で好適に使用することができる極めて優れたすべり軸受とされている。

【0008】

また、特許文献6においては、Sn; 4~12重量%またはこれとPb; 0.1~10重量%を含有する青銅系および/または鉛青銅系焼結摺動材料中に、Moを0.5~5重量%またはFe-Moを0.5~15重量%添加することにより、優れた潤滑性能、油に対する親和性、低摩擦係数および高耐摩耗性を具備する焼結摺動材料を得ることができるといった内容が開示されている。

【0009】

【特許文献1】特許第2832800号公報

【特許文献2】特開平10-246230号公報

【特許文献3】特公平6-6725号公報

【特許文献4】特開平8-109450号公報

【特許文献5】特開2001-271129号公報

【特許文献6】特開平7-166278号公報

【非特許文献1】日本粉末冶金工業会編著「焼結機械部品—その設計と製造—」株式会社技術書院、昭和62年10月20日発行、p. 327-341

【非特許文献2】日本非鉄金属鋳物協会編集「銅合金鋳物のエンジニアリング・データブック」素形材センター、昭和63年7月30日発行、p. 134-P155

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

一般に、含油すべり軸受において、流体潤滑状態が達成されることは極めて稀な例であって、とりわけ、極めて遅い摺動速度、高面圧条件下では、焼結材料中の気孔を通じた油圧の逃げによって軸受面(摺動面)における潤滑油の膜厚さがその軸受面の面粗さ程度またはそれ以下に薄くなり、多くの場合、固体摩擦(凝着)を伴った境界潤滑摺動条件となる。したがって、例えば油圧ショベル等の建設機械の作業機連結部において、面圧が300kgf/cm²以上で摺動速度が0.01~2m/minの摺動条件下で使用されるすべり軸受(プッシュ、スラスト軸受等)では、その耐焼付き性、耐摩耗性が当該すべり軸受の材料機能(組成と組織)によって大きく支配されることになる。

【0011】

しかしながら、非特許文献1に係るCu系およびFe系の多孔質焼結合金材料では、汎用的に用いられる含油すべり軸受の適用範囲が示された図16（非特許文献1、P337、図6.19「焼結軸受適用例」を引用）から明らかなように、摺動速度が0.01～2 m/minで面圧が300 kgf/cm²以上の極めて遅い摺動速度、高面圧条件に適應できないという問題点がある。

【0012】

また、銅粉末と鉄粉末とからなる複合焼結合金に対して浸炭、窒化等の表面処理が施されてなる特許文献1に係る複合焼結合金材料、および気孔中に極圧添加材等が充填され、かつマルテンサイト組織を具備する特許文献2に係る鉄基焼結合金材料でも、やはり、極めて遅い摺動速度（0.01～2 m/min）においては十分な摺動性能が発揮されない恐れがあるという問題点がある。

【0013】

また、プレス機のウェアプレート等に使用されて好適な自己潤滑性を有する特許文献3に係る焼結銅合金材料では、極めて遅い摺動速度および高面圧のために潤滑油膜が形成されにくい摺動条件下において、相手部材との局部的金属接触が起りやすいことから、十分な耐焼付き性、耐摩耗性が得られ難いという問題点がある。さらに、当該焼結銅合金材料中に分散される黒鉛やMoS₂等の軟質な固体潤滑剤の添加量が2.5重量%を超えた場合、その強度が顕著に低下するという問題点もある。

【0014】

また、特許文献4に係る含油軸受用耐摩耗性焼結合金では、多量の軟質なCu粒子をマルテンサイト相中に分散させるとともに、基地のマルテンサイトよりも硬質な合金粒子を分散させることで、基地の塑性変形を低減するとともに、滑り摺動時に基地合金にかかる負担を低減するようにされているが、一つの合金に軟質なCu粒子の分散と硬質な合金粒子の分散（5～30重量%）とを共存させることには限界があることと、滑り摺動時に基地合金にかかる負担がその硬質合金粒子に集中されるために、耐凝着性を改善する効果が十分ではないという問題点がある。さらに、基地のマルテンサイトよりも硬質な自己潤滑性の無い合金粒子の多量の添加によって、摺動相手材料が凝着摩耗によって顕著にアタックされるとともに、摺動面の温度が上昇されて焼付き現象が生じ易くなるという問題点もある。さらにまた、当該含油軸受用耐摩耗性焼結合金を構成材とする軸受ブッシュは高価であるという問題点がある。なお、互いにすべり対偶を成す安価な摺動材料にて摺動機能の役割を分担させて、コストダウンや摺動性能の向上、メンテナンス性の改善等を図ることも検討されているが、いまだ解決するには至っていない。

【0015】

また、本出願人の先願に係る特許文献5にて提案されているCu-Al-Sn系焼結摺動材料は、従来の鉄炭素合金基地の軸受材料では達成できない、極めて遅い摺動速度（0.6 m/min以下）で、かつ1200 kgf/cm²までの高面圧下で使用可能な極めて優れた軸受材料ではあるものの、土砂が侵入する使用環境で必要とされる抗圧力がやや不足するために、そのような使用環境では摩耗が進行し易いという問題点がある。また、S系極圧添加剤入りのLiグリース塗布条件では耐焼付き限界面圧が800 kgf/cm²程度に低下してしまい、潤滑状況によってその耐焼付き性が劣化し易いという問題点もある。

【0016】

また、特許文献6に係る焼結摺動材料において、青銅合金相を母相として摺動面積に占める～5面積%もしくは～15面積%のFe-55～70重量%Mo（フェロモリブデン相）によって形成される潤滑機能だけでは、前述の作業機連結部のような極めて遅い摺動速度・高面圧条件下において、相手部材との局部的な金属接触による凝着部の形成が十分に防止されずに凝着摩耗が進行し、耐馴染み性、耐焼付き性および耐摩耗性が十分に達成されないという問題点や、硬質なMoFe（フェロモリブデン）粒子が摺動相手材料に対して顕著にアタックするという問題点がある。なお、Moの添加量を5重量%以上とする

ことで摺動特性を改善できることが容易に想像されるが、この場合、当該焼結摺動材料の組織強度を低下させてしまうという新たな問題が生じてしまう。

【0017】

また、特許文献1や特許文献2において開示されている潤滑性を改善する技術では、高粘度潤滑油や滴点60℃以上の潤滑組成物による摺動面の潤滑改善を実施した場合においても、境界潤滑下における金属接触摩擦とそれによる凝着は避けられず、開示例よりも高面圧・低速すべり速度においては十分な摺動特性を確保できないという問題点がある。

【0018】

また、例えば油圧ショベル等における作業機を0℃以下の低温で作動させ始めた場合においては、その動粘度が極めて高く、前述したような部分的な潤滑油膜による潤滑性能が期待されずに、金属接触摩擦による顕著な凝着が起こり易くなることから、当該作業機の連結装置に用いられるすべり軸受として十分な機能を発揮することができないという問題点がある。

【0019】

なお、固体潤滑剤を添加した前記潤滑物を積極的に利用した場合においては、多孔質な含油焼結軸受の気孔中に固体潤滑剤が侵入して多孔質毛细管を閉塞し、含油の効果を低下させることが多いため、給油間隔が長く、滴点の高い潤滑組成物を利用する場合においては、固体潤滑剤の添加は避けることが望ましいことが知られている。

【0020】

したがって、前述の作業機連結装置のように極めて厳しい摺動条件下で使用される摺動材料については、その摺動材料の耐焼付き性、耐摩耗性、低摩擦性、耐馴染み性などの各種の特性を良く検討することが大切であることが分かる。

【0021】

本発明は、以上に述べたような問題点に鑑みてなされたもので、高面圧・低速摺動や揺動などの極めて悪い潤滑条件下での耐焼付き性、耐摩耗性に優れる焼結摺動材料、摺動部材および連結装置並びにその使用方法を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0022】

前記課題を解決するにあたり、本発明者らは、Mo金属もしくはMo合金相が、1) Fe等との凝着時に発生する熱に対して強い耐力を有するとともに化学的にもFe等との合金化が起こり難い、2) 潤滑油に含有されるSや雰囲気中のO₂との反応によって摺動面に潤滑性に富んだ皮膜(MoS₂, MoO₃)が形成され易い、3) 相手材料に対するアタック性が極めて少ない、などの特性を有することに着目し、Moを主体とする多孔質材料を摺動材料として用いれば極めて良好な摺動特性を得ることができることを知見して、本発明を完成するに至った。

【0023】

さらに、Moを主体とする焼結摺動材料とほぼ同じ摺動特性を確保しつつコストダウンを図るために、Moの添加量をCu, Cu合金, Ni, Ni合金の1種以上で置き換えることを検討し、またMo系摺動材料としての特性を発現するMo量としては、10重量%以上で、より好ましくは15重量%以上であることを明らかにした。

【0024】

要するに前記目的を達成するために、本発明による焼結摺動材料は、CuまたはCu合金が10～90重量%で、残部がMoを主体とする相対密度が90%以上の焼結体からなることを特徴とするものである(第1発明)。

【0025】

本発明によれば、高面圧・低速摺動や揺動などの極めて悪い潤滑条件下での耐焼付き性、耐摩耗性に優れる摺動材料を得ることができる。

【0026】

なお、この第1発明に係る、5重量%以上のMoを含有する鉛青銅合金焼結体においては、Tiを少量添加することにより、その焼結性を顕著に改善し、その焼結密度を8.2

gr/cm^3 以上（相対密度 90%）にまで緻密化することができる。

【0027】

第1発明において、前記焼結体は、Mo成形体の焼結と同時にCuまたはCu合金が溶浸されてなるものであって、その密度が $8.7 \sim 9.5 \text{ gr}/\text{cm}^3$ に調整され、かつその気孔率が7体積%以下であるのが好ましい（第2発明）。また、この第2発明に係る焼結摺動材料において、自己潤滑性を高める固体潤滑剤を含有させる場合、軟質な固体潤滑剤の粒子径はMo粉末の粒子径の5倍程度に調整して、焼結後の固体潤滑剤への応力集中を軽減しその強度改善を図ることが必要であり、このため前記Mo成形体は平均粒径が $10 \mu\text{m}$ 以下のMo粉末で構成され、さらに平均粒径が $30 \mu\text{m}$ 以上の黒鉛、 MoS_2 、BN、 CaF_2 等の固体潤滑剤が5～60体積%含有されているのが好ましい（第3発明）。なお、固体潤滑剤による自己潤滑性は5体積%以上の含有量で確認され始めることはよく知られているが、より十分な自己潤滑性を得るためにはその含有量を10体積%以上にするのが良い。また、固体潤滑剤の含有量の上限を60体積%としたのは、強度劣化の問題を未然に防ぐためである。

【0028】

第1発明乃至第3発明において、少なくともSnが5～20重量%含有されるとともに、Ti; 0.2～5重量%、Al; 0.2～14重量%、Pb; 0.2～15重量%、P; 0.1～1重量%のうちの1種以上が含有され、さらにNi、Si等の合金元素および／または硬質粒子が10体積%以下含有されているのが好ましい（第4発明）。こうすると、焼結性、溶侵性および強度を更に向上させることができる。

【0029】

次に、第5発明による摺動部材は、

第1発明～第4発明のいずれかに係る焼結摺動材料を摺動面部位に配するように裏金と一体化してなることを特徴とするものである。

【0030】

本発明によれば、所望の摺動性能と剛性を低コストにて兼備させることができる。

【0031】

第5発明において、前記摺動面部位に穴や溝等の凹部が形成されるように前記焼結摺動材料が前記裏金に一体化されるとともに、その凹部に、潤滑油とワックス類からなる潤滑性組成物、潤滑性樹脂、固体潤滑剤、および固体潤滑剤とワックス類からなる潤滑性組成物のうちのいずれかが充填されているのが好ましい（第6発明）。こうすれば、給脂間隔を画期的に延長することができるとともに、使用される焼結摺動材料の節約によってコストの削減を図ることができる。

【0032】

前記焼結摺動材料を前述の作業機連結装置に適用する場合の含油用潤滑油に関しては、とりわけ、制約があるものではないが、より耐熱性と低温流動性に優れた合成潤滑油（例えば、小西誠一、上田 亨著「潤滑油の基礎と応用」コロナ社、1992年11月20日発行、p. 307～338）を使うことが好ましいことは明らかである。さらに、同作業機連結装置のように、面圧が $300 \sim 1000 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ 、摺動速度 $0.1 \sim 2.0 \text{ m}/\text{min}$ の条件下では、 500 cSt 以上に調整されることが好ましいが、本発明においては、より低摺動速度の場合における潤滑油の流動性を配慮して、（1）その潤滑油はより低粘度で、しかも摺動時のスラッジやコーキングの発生を抑えて摺動面に油膜を形成し易くすることが重要であること、（2）低粘性であることによって気孔中からの過剰な流出をより積極的に防止すること等の条件を達成するために、潤滑油としては低粘度で、かつ耐熱性に優れたポリオールエステル油等の合成油を使用すること、および／またはそれらの合成油に対して0.5～20重量%未満のワックス類（パラフィンワックス、マイクロクリスタリンワックス、カルナバワックス等）、12ヒドロキシステアレート、油ゲル化剤（例えば、味の素社製；GP1）、リチウムステアレート等の金属石鹸混合物を溶解し、室温においては潤滑油とワックス部が固／液共存状態（半固体状、ゲル状態）の潤滑剤混合物とした。また、Mo系摺動材料においてS系極圧添加剤の添加が好ましいこと

は前述した通りである。なお、Mo系摺動材料が、前述のように本質的な耐焼付き性に優れた材料であることから、潤滑剤としては、単なるパラフィンワックス、ポリエチレンワックス、各種アミド系合成ワックスやナイロン、PTFE等の潤滑性樹脂材料などであっても良いことは明らかである。

【0033】

第5発明または第6発明において、前記裏金は、すべり軸受の軸受裏金、回転体を支持する軸受軸の基材、および球面プッシュの基材のいずれかであり得る（第7発明）。

【0034】

また、第5発明乃至第7発明において、前記焼結摺動材料の前記裏金への一体化は、焼結接合、焼結溶浸接合、ろう付け、かしめ、嵌合、圧入、接着、ボルト締結、クリンチ結合等の方法によるものであるのが良い（第8発明）。なおここで、第1発明に係る焼結摺動材料においては、Cu合金の液相焼結過程において高密度化を図っていることから、焼結接合によって当該焼結摺動材料を裏金に一体化することが最も簡便で好ましい方法であり、とりわけTiを含有させることによって、顕著にその接合性が高まり、裏金材として安価な黒鉛が分散した鋳鉄を利用することができるという利点がある。さらに、この第1発明に係る焼結摺動材料を鋼や鋳鉄製の裏金に焼結接合する場合には、Alおよび/またはSiを添加することが好ましい。一方、第2発明および第3発明のそれぞれに係る焼結摺動材料の裏金への一体化に関しては、Mo成形体の焼結と同時にCu-Sn系合金を溶浸焼結する際の溶浸によって裏金に接合する（溶浸接合）のが好ましい。

【0035】

さらに、第9発明による摺動部材は、

Cu合金が10～90重量%で、残部がMoを主体とする混合粉末を裏金鋼板に散布して焼結接合した後に、その焼結接合にて形成された焼結層に潤滑組成物、潤滑性樹脂および/または固体潤滑剤と樹脂からなる固体潤滑複合材を充填しつつライニングして摺動面層を形成し、この摺動面層を内周面側または外周面側に配するように丸曲げて円筒状または略円筒状に成形してなることを特徴とするものである。

【0036】

この第9発明において、前記裏金鋼板は、前記焼結接合が施される面に予めCuメッキまたは青銅系、鉛青銅系、Fe-Cu-Sn系もしくはFe-Cu-Pb系焼結材料が焼結接合されてなるものであるのが好ましい（第10発明）。こうすると、焼結接合性や溶浸接合性の改善を図ることができるとともに、丸曲げ加工を施す際に焼結摺動材料の小片が接合面から剥離するのを防止することができる。

【0037】

ここで、裏金鋼板上に散布される混合粉末は、原料粉末に例えば有機バインダ等をバインダとして約2～8重量%添加し、平均粒径が0.05～2mmとなるように造粒されているのが好ましい（第11発明）。なお、この造粒体の裏金鋼板への溶浸接合は、当該造粒体と溶浸合金粉末とを混合して散布・焼結することによって容易に実施されるが、この際に溶浸合金がすべて造粒体に溶浸される必要性はなく、溶浸合金粉末が分散して残留することによって摺動面層の接合性が高まることも明らかである。

【0038】

なお、第9発明乃至第11発明に係る摺動部材と類似する複層摺動部材として、鋼製裏金上に低密度で焼結接合した鉛青銅粒子を潤滑性樹脂（例えばPTFE樹脂）で包み込むようにしてその潤滑性樹脂を裏金にライニングしてなる乾式軸受プッシュ（例えば、大豊工業社製FB209B, FB210A, FB220A, FB410等）があり、第9発明乃至第11発明において採用される潤滑性ライニング材料がその複層摺動部材における潤滑性ライニング材料と同等のものであっても良い。

【0039】

ところで、第9発明乃至第11発明に係る摺動部材における潤滑性ライニング材料の代りに多孔質銅系焼結摺動材料とすることによっても、給脂時間の延長化を図れることは明らかである。

【0040】

そこで、第12発明による摺動部材は、

第1発明乃至第4発明のいずれかに係る焼結摺動材料からなる小片が、青銅系、鉛青銅系、Fe-Cu-Sn系もしくはFe-Cu-Sn-Pb系焼結材料が焼結接合された裏金鋼板に散布されるとともに、別体の青銅系焼結体が前記小片の周囲に埋め込まれるように配置され、その小片がその別体の青銅系焼結体中に含有されるようにして裏金に一体化されてなることを特徴とするものである。

【0041】

例えば、油圧ショベルにおける作業機の連結部位に配される連結装置において、耐焼付き性や無給脂時間間隔は、当該連結装置を構成する軸受ブッシュとその軸受ブッシュ内に配される軸受軸の組み合わせによって決められるものである。したがって、軸受ブッシュおよび軸受軸のいずれか一方が、本発明に係る摺動部材で構成されるのが好ましいことは極めて明らかである。

【0042】

そこで、第13発明による連結装置は、

一側の機械構成要素と、この一側の機械構成要素に支持される軸受軸およびその軸受軸に外嵌される軸受ブッシュを介して配される他側の機械構成要素とを、互いに回転または回動可能に連結する連結装置、もしくは一側の機械構成要素と、この一側の機械構成要素に支持される軸受軸およびその軸受軸に外嵌される軸受ブッシュを介して配される他側の機械構成要素とを、互いに回転または回動可能に連結し、かつ前記一側の機械構成要素と前記他側の機械構成要素との間に作用するスラスト荷重を受支するスラスト軸受を備えてなる連結装置において、

前記軸受軸、軸受ブッシュおよびスラスト軸受のうちの1種以上を第7発明に係る摺動部材で構成することを特徴とするものである。

【0043】

本発明によれば、機械装置の連結部位に配される軸受軸、軸受ブッシュおよびスラスト軸受のうちの1種以上が第7発明に係る摺動部材で構成されるので、高面圧・低速摺動などのような過酷な摺動条件下で用いられて好適な連結装置とすることができる。

【0044】

また、第14発明による連結装置は、

一側の機械構成要素と、この一側の機械構成要素に支持される軸受軸およびその軸受軸に外嵌される軸受ブッシュを介して配される他側の機械構成要素とを、互いに回転または回動可能に連結する連結装置において、

前記軸受軸を、第7発明に係る摺動部材で構成するとともに、

前記軸受ブッシュを、硬化熱処理が施されていない鋼管で構成し、かつその鋼管における摺動面部位に所要の潤滑溝を形成することを特徴とするものである。

【0045】

さらに、第15発明による連結装置は、

一側の機械構成要素と、この一側の機械構成要素に支持される軸受軸およびその軸受軸に外嵌される軸受ブッシュを介して配される他側の機械構成要素とを、互いに回転または回動可能に連結する連結装置において、

前記軸受軸を、第7発明に係る摺動部材で構成するとともに、

前記軸受ブッシュを、Fe-C系、Fe-C-Cu系もしくはCu-Sn系合金の含油焼結材料で構成することを特徴とするものである。

【0046】

第14発明および第15発明のいずれにおいても、軸受軸の構成材として第7発明に係る摺動部材が適用されることにより、その軸受軸に摺動機能の一翼を担わせるようにされている。したがって、その軸受軸の摺動相手として比較的安価な軸受ブッシュを採用することができ、低コスト化を図ることができる。また、特に第15発明においては、軸受ブッシュが、潤滑油または潤滑組成物を多量に貯蔵できる含油焼結材料から構成されるので

、摺動面への潤滑油の供給を長期間に亘り安定化させることができ、給脂間隔を画期的に延長することができる。さらに、両発明においては、軸受プッシュと比較して一般に取り外しが容易な軸受軸に摺動機能の一翼を担わせるようにされているので、摺動機能が低下した際にその軸受軸を新品のそれと交換または摩耗した部分に前記焼結摺動材料を一体化して補修し再利用することで摺動機能の回復を容易に図ることができる。したがって、メンテナンス性を著しく向上させることができる。

【0047】

第13発明乃至第15発明において、前記一侧の機械構成要素に対する前記軸受軸の被支持面部位に、第1発明～第4発明のいずれかに係るの焼結摺動材料が一体化されているのが好ましい(第16発明)。こうすると、軸受軸に大荷重が作用した際にその軸受軸の回転微動や撓みなどによって一侧の機械構成要素と軸受軸の被支持面とが擦れたとしても、不快感を伴うような異音の発生を未然に防ぐことができる。ここで、前記軸受軸の被支持面に一体化される焼結摺動材料に係るMo金属相は、その軸受軸を支持する一侧の機械構成要素の支持部が例えばHRC25程度のS45C焼準鋼のような比較的軟質な材料であっても殆どアタックしない特性を有することから、当該支持部の支持面に対して高周波焼入れ等の硬化熱処理を施して耐焼付き性と耐摩耗性を改善する必要がなく、コスト上の利点があることは明らかである。

【0048】

そして、第13発明乃至第16発明に係る連結装置は、作業機、クローラ式下部走行体におけるトラックリンク、同下部走行体における転輪装置、ブルドーザの車体を支えるイコライザ、およびダンプトラック等のサスペンション装置のいずれかにおける連結部位の連結手段として用いられて好適である(第17発明)。

【0049】

また、第1発明～第4発明のいずれかに係る焼結摺動材料、または第5発明～第12発明のいずれかに係る摺動部材、もしくは第13発明～第17発明のいずれかに係る連結装置を、摺動面に作用する面圧が 300 kgf/cm^2 以上で、かつすべり速度が 2 m/min 以下の摺動条件で使用するのが好適である(第18発明～第20発明)。

【発明の効果】

【0050】

以上に述べたように、本発明によれば、高面圧・低速摺動や揺動などの極めて悪い潤滑条件下での耐焼付き性、耐摩耗性に優れる焼結摺動材料、摺動部材および連結装置並びにその使用方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0051】

次に、本発明による焼結摺動材料、摺動部材および連結装置並びにその使用方法の具体的な実施の形態につき、図面を参照しつつ説明する。

【0052】

(第1の実施形態)

図1には、本発明の第1の実施形態に係る油圧ショベルの全体斜視図(a)、およびバケット連結部を説明する分解斜視図(b)がそれぞれ示されている。また、図2には、本発明の第1の実施形態に係るバケット連結装置の概略構造説明図が示されている。また、図3には、作業機プッシュの構造説明図(a)およびスラスト軸受の構造説明図(b)がそれぞれ示されている。

【0053】

本実施形態に係る油圧ショベル1の作業機2は、上部旋回体3から順に、ブーム4、アーム5およびバケット6がそれぞれブーム連結装置7、アーム連結装置8およびバケット連結装置9によって連結されて構成されている。各連結装置7, 8, 9は、基本的に同一の構造とされており、例えばバケット連結装置9は、主に作業機連結ピン10および作業機プッシュ11を備えて構成されている。以下に、アーム5とバケット6との連結部位に配されるバケット連結装置9Aの詳細構造について図2を参照しつつ説明することとする。

【0054】

前記バケット連結装置 9A は、バケット（一侧の機械構成要素）6 と、このバケット 6 に形成されたブラケット 6a、6a に支持される作業機連結ピン（軸受軸）10 およびその作業機連結ピン 10 に外嵌される作業機ブッシュ（軸受ブッシュ）11、11 を介して配されるアーム（他側の機械構成要素）5 とを、互いに回動可能に連結し、かつバケット 6 とアーム 5 との間に作用するスラスト荷重を受支するスラスト軸受 12、12 を備えて構成されている。このバケット連結装置 9A おいて、作業機ブッシュ 11、11 はアーム 5 の先端部に圧入され、作業機連結ピン 10 はブラケット 6a にピン固定用通しボルト 13 によって固定されている。なお、符号 14 で示されるのは、シール装置である。また、符号 15 および 16 で示されるのは、それぞれ潤滑油供給口および潤滑油供給路である。

【0055】

前記作業機連結ピン 10 は、軸機能を有する鋼製の基材（本発明における「裏金」に相当）17 と、この基材 17 に一体化される本発明に係る焼結摺動材料 18 で形成される摺動面 19、19 とを備えて構成されている。この作業機連結ピン 10 においては、前記摺動面 19、19 が、前記ブラケット 6a に対する当該作業機連結ピン 10 の被支持面部位に配されている。

【0056】

また、前記各作業機ブッシュ 11 は、図 3（a）に示されるように、円筒状の基材（本発明における「裏金（軸受裏金）」に相当）20 と、この基材 20 の内周面に一体化される本発明に係る焼結摺動材料 21 で形成される摺動面 22 とを備えて構成されている。この作業機ブッシュ 11 おいて、前記基材（裏金）20 は、多孔質 Fe 系焼結材料から形成されている。

【0057】

また、前記各スラスト軸受 12 は、図 3（b）に示されるように、鋼製の中空円板状の基材（本発明における「裏金」に相当）23 と、この基材 23 の表面に一体化される本発明に係る焼結摺動材料 24 で形成される摺動面 25 とを備え、バケット（回動体）6 からアーム 5 に付与されるスラスト荷重をすべり接触で受支するすべり軸受機能を付与されて構成されている。

【0058】

本実施形態によれば、作業機ブッシュ 11 の摺動面 22 が本発明に係る焼結摺動材料 21 で形成されるので、高面圧・低速摺動のような過酷な摺動条件下で用いられて好適な連結装置とすることができる。また、作業機ブッシュ 11 の基材（裏金）20 が、潤滑油または潤滑組成物を多量に貯蔵できる多孔質 Fe 系焼結材料とされているので、摺動面 22 への潤滑油の供給を長期間に亘り安定化させることができ、給脂間隔を画期的に延長することができる。また、作業機連結ピン 10 の被支持面部位に、本発明に係る焼結摺動材料 18 で形成される摺動面 19 が配されているので、当該作業機連結ピン 10 に大荷重が作用した際にその作業機連結ピン 10 の回転微動や撓みなどによって前記ブラケット 6a と作業機連結ピン 10 の被支持面部とが擦れたとしても、不快感を伴うような異音の発生を未然に防ぐことができる。

【0059】

なお、本実施形態において、前記作業機連結ピン 10 に一体化される焼結摺動材料 18 は、多孔質体、高密度体のいずれかであっても良いが、より耐摩耗性を高める観点から高密度であることが好ましく、更に W, Ti, Cr, Mo, V 等の 1 種以上からなる炭化物、Fe₃P（燐鉄化合物）や NiAl, CaF₂ などの硬質粒子を当該焼結摺動材料 18 中に分散させるのが好ましい。また、前記作業機連結ピン 10 は、高周波焼入れ焼戻しや浸炭焼入れ焼戻しなどの熱処理が施されて高強度化を図ることが必要であることが多く、また前記焼結摺動材料 18 を硬質化する場合においては、その焼結摺動材料 18 の基材 17 への密着性が悪くなるのが危惧されるが、この場合、その基材 17 に予め青銅系焼結材料等による下地焼結層を形成しておくのが好ましい。

【0060】

(第2の実施形態)

図4には、本発明の第2の実施形態に係るバケット連結装置の概略構造説明図が示されている。なお、本実施形態のバケット連結装置9Bにおいて、作業機連結ピンおよび作業機ブッシュの構成が異なること以外は、その基本構成は先の実施形態と同様である。したがって、以下、本実施形態に特有の部分のみについて説明することとし、先の実施形態と共通する部分については図に同一符号を付すに留めてその詳細な説明を省略することとする。

【0061】

本実施形態の作業機連結ピン26は、軸機能を有する鋼製の基材(本発明の「裏金」に相当)27と、この基材27に一体化される本発明に係る焼結摺動材料28で形成される摺動面29とを備え、この摺動面29が、少なくとも前記バケット6aに対する当該作業機連結ピン26の被支持面部位、および作業機ブッシュ30とのすべり接触面のそれぞれに配されて構成されている。

【0062】

一方、作業機ブッシュ30は、硬質な鉄系焼結合油軸受材料を主体として、少なくとも摺動面とされる内側表層部が多孔質なFe-C系、Fe-C-Cu系またはCu-Sn系合金焼結摺動材料で、かつそのFe-C系、Fe-C-Cu系またはCu-Sn系合金焼結摺動材料における気孔中に潤滑油等の潤滑組成物が充填されて構成されている。

【0063】

本実施形態によれば、作業機連結ピン26に摺動機能の一翼を担わせるようにされているので、当該作業機連結ピン26の摺動相手として比較的安価な作業機ブッシュ30を採用することができ、低コスト化を図ることができる。また、作業機ブッシュ30が、潤滑油または潤滑組成物を多量に貯蔵できる含油焼結材料から構成されるので、摺動面29への潤滑油の供給を長期間に亘り安定化させることができ、給脂間隔を面的に延長することができる。さらに、本実施形態においては、作業機ブッシュ30と比較して一般に取り外しが容易な作業機連結ピン26に摺動機能の一翼を担わせるようにされているので、摺動機能が低下した際にその作業機連結ピン26を新品のそれと交換または摩耗した部分に前記焼結摺動材料28を一体化して補修し再利用することで摺動機能の回復を容易に図ることができる。したがって、メンテナンス性を著しく向上させることができる。なお、本実施形態の作業機ブッシュ30として、より耐焼付き性に優れた既知の多孔質摺動材料からなるものであっても良いことは言うまでもない。

【0064】

なお、第1の実施形態および第2の実施形態におけるそれぞれの作業機連結ピン10、26に対して、図5(a)に示されるような潤滑油供給路31や、同図(b)に示されるような潤滑油貯留部32を形成するのが、軽量化や潤滑性能の長期維持の観点から好ましい。

【0065】

また、第1の実施形態および第2の実施形態において、前記各焼結摺動材料18、21、24、28の各基材17、20、23、27への一体化の手段としては、かしめ、圧入、嵌合、クリンチ、焼結接合、溶浸接合、接着、ボルト締め、ろう付け等が挙げられる。なお、一般に作業機連結ピン10、26においては、高周波焼入れ焼戻しや浸炭焼入れ焼戻しなどの熱処理が施され、高強度化を図る必要があることが多いため、熱処理済みの基材17、27に各焼結摺動材料18、28を一体化する場合、その一体化の手段としては、強度劣化を避ける観点から、かしめ、圧入、嵌合、クリンチ、接着、ボルト締結、ろう付け等が好ましい。一方、各焼結摺動材料18、28を基材17、27に一体化した後に作業機連結ピン10、26に対して前記熱処理を施す場合、その一体化の手段としては、焼結接合、溶浸接合、ろう付け等が好ましく、また熱処理時の加熱工程で焼結接合、溶浸接合、ろう付け等を実施した後にA1温度～900℃の適切な温度に降温して焼入れ処理を施すことがより好ましい。

【0066】

また、前記各焼結摺動材料 18, 21, 24, 28 の歩留りを高めるために、穴明き材（図 6（a）参照）を一体化することも良いが、例えば、作業機連結ピン 10, 26 においては当該作業機連結ピン 10, 26 に作用する面圧に応じて一体化する面積を最適化することも好ましい。なお、前記各焼結摺動材料 18, 21, 24, 28 を作製する際に成形される Mo を主体とした薄肉円筒状の成形体を製造する方法としては、微細な Mo 粉末を原料とすることから（後の実施例にて詳述する）、原料粉末に有機系潤滑剤をその原料粉末に対して 2～8 重量% を添加してなる造粒粉末をプレス成形する方法、有機系潤滑剤を原料粉末に対して 6～12 重量% 添加した混練原料を射出成形もしくは押出し成形する方法、液体媒体に Mo 粉末を分散させて成形する混漿法などが好適な例として挙げられる。

【0067】

また、前記各作業機連結ピン 10, 26 の摺動面層は、多孔質体、高密度体のいずれであっても良いが、作業機連結ピン 10, 26 を複層化する場合には、その摺動面層を厚くすることが不利になることが多いので、その耐摩耗性を高める点から、前記各焼結摺動材料 18, 28 を、相対密度が 90% 以上の高密度体とするのが好ましい。なお、この場合、焼結摺動材料 18, 28 としては、10～80 重量% の Mo を含有する Mo-Cu 合金系の焼結材料、Mo 焼結体に Cu 合金を溶浸してなる焼結材料などが経済的に好ましく、また耐摩耗性を高める観点から例えば Fe₃P（燐鉄化合物）や TiC, NiAl, W, CaF₂ などの硬質粒子を分散させてなる焼結材料が好ましい。また、市販の高密度高純度な Mo 焼結材料（板）をその前記一体化手段で利用することも良いが、予め耐摩耗性を改善した材料を適用することが好ましい。

【0068】

また、前記作業機プッシュ 30 としては、従来のような内周面が熱処理で硬化され、グリース潤滑溝が形成された鋼製の作業機プッシュであっても給脂間隔を延長できるが、給脂間隔をより延長することと耐焼付き面圧を高める観点からは、当該作業機プッシュ 30 の内周面に形成される摺動面層が少なくとも多孔質な焼結摺動材料であって、その気孔中に潤滑油等の潤滑組成物が充填されていることが好ましいことは明らかであり、この場合においては作業機プッシュ 30 の本体部分が硬質な鉄系焼結含油軸受材料であることが経済的に好ましい。

【0069】

また、前記作業機プッシュ 11 において、図 3（a）に示されるように焼結摺動材料 21 を円筒状の基材（裏金）20 に一体化する理由は、当該作業機プッシュ 11 がアーム 5 先端部に圧入して使用される際に、当該作業機プッシュ 11 がアーム 5 先端部から抜け出さないようにするための保持力を確保する上で、当該作業機プッシュ 11 に所定の剛性が必要とされるからである。実際に用いられる作業機プッシュ 11 は 5～15 mm 程度の圧肉な形状を必要とし、これら全体を焼結摺動材料 21 で作製した場合には顕著なコスト高になってしまう。この剛性確保と経済性の観点から、円筒状もしくは略円筒状の剛性裏金（基材）20 の内周面に前記焼結摺動材料 21 を一体化した作業機プッシュ 11 が好ましいことは極めて明らかである。

【0070】

また、微細な Mo 粉末（10 μm 以下）が用いられてなる焼結体にて前記各焼結摺動材料 18, 21, 24, 28 を作製すると、その焼結体中に形成される気孔が少なくとも 3 μm 以下に微細化され、その気孔中に潤滑油を充填する際の浸透力が従来の鉄系焼結含油軸受材料のそれよりも大きくなり、摺動時の潤滑油の流出を顕著に低減（約 1/5）することができることから、給脂間隔を延長化することが容易になる。また、その気孔率においても、従来の鉄系焼結含油軸受の気孔率（12～20 体積%）の約 2 倍程度に（25～45 体積%）高めることが可能になることから、さらなる給脂間隔の延長化を容易に図ることができる。ここで、気孔率の増加による強度低下を改善する必要がある場合には、微細な Cu, Ni, Ti, Pb, Sn 粉末を 10 重量% 以下の範囲で添加して、焼結密度

を調整することが好ましい。

【0071】

図6(a)～(d')には、第1の実施形態における作業機ブッシュの他の態様例を表わす構造説明図が示されている。なお、図6(a)～(d')において、第1の実施形態における作業機ブッシュ11の構成要素と基本的に同様の機能を有するものについては同一符号が付されている。

【0072】

第1の実施形態における作業機ブッシュ11のように基材(裏金)20を多孔質な鉄系焼結材料で構成すること以外に、安価にブッシュの含油量や潤滑組成物を増やす手段としては、摺動面部位に穴や溝等の凹部が形成されるように焼結摺動材料を一体化して潤滑組成物を貯蔵できる構造とすること(図6(a)(b)参照)、または焼結摺動材料からなる小片を多孔質な銅系焼結摺動材料中に分散させて裏金に一体化させた構造とすること(同図(c)参照)、などが挙げられる。ここで、後者の手段に係る作業機ブッシュ22Cにおいては、焼結摺動材料21Cからなる小片が直接裏金20Cに接合しないように多孔質な銅系焼結摺動材料M中に分散されるように(同図(c)のP部詳細図を表わした同図(d)(d')参照)焼結接合されてなる複層摺動部材に対して、その複層摺動部材における焼結層が内周面となるように丸曲げ加工を施すといった巻きブッシュ製造方法にて作製すると、より安価なものとすることができる。なお、焼結層が外周面となるように丸曲げ加工を施す所が異なること以外は基本的に先の巻きブッシュ製造方法と同様の巻きブッシュ製造方法にて作製された巻きブッシュを、連結ピンに前述した一体化の手段にて一体化してなる複層連結ピンが、前記作業機連結ピン10、26と同等に利用することができるのは言うまでもない。

【0073】

ここで、図6(a)に示される作業機ブッシュ11Aは、パンチングメタルのように穴加工が施されてなる焼結摺動材料21Aの板材を丸曲げて、この丸曲げられた焼結摺動材料21Aを鋼製裏金20Aの内径部に突合せもしくはクリンチしながら圧入して、その鋼製裏金20Aの内周面に形成された溝部に嵌め込んでなる軸受ブッシュである。また、同図(b)に示される作業機ブッシュ11Bは、リング状に形成された焼結摺動材料21Bを鋼製裏金20Bの内周面に形成された多条溝に突合せて圧入してなる軸受ブッシュである。そして、これら作業機ブッシュ11A、11Bにおいては、各作業機ブッシュ11A、11Bに設けられた穴や溝等によって形成される摺動面凹部にグリース等の潤滑組成物が充填され、この潤滑組成物による潤滑作用にて摺動面を良好に潤滑できるようにされている。また、同図(c)に示される作業機ブッシュ11Cは、完成時に鋼製裏金20Cとなる鋼板上に銅系焼結粉末を散布して一旦その裏金鋼板と焼結接合した後に、焼結摺動材料21Cの小片と銅系焼結粉末とを散布して再焼結し(図中記号M;銅系焼結材料)、圧延を施してなる複層摺動部材、もしくは、完成時に鋼製裏金20Cとなる鋼板上に銅系焼結粉末を散布して一旦その鋼板と焼結接合した後に、焼結摺動材料21Cまたは本発明に係るMo-Cu合金系の成形体の小片を焼結接合し、次いで多孔質青銅系焼結層Mとする原料粉末を散布・圧延して焼結することで作製される複層摺動部材に対して、丸曲げ加工を施してなる軸受ブッシュである。この作業機ブッシュ11Cにおいては、前記小片を囲む銅系摺動材料Mが含油性の高い多孔質摺動材料であることから、給脂間隔の更なる延長化を図ることができるという利点がある。なお、この作業機ブッシュ11Cの摺動面に分散される前記小片の面積率は10～70%であるのが好ましい。

【0074】

なお、前記小片は、市販の高密度、高純度なMo焼結材料をチップ化してなるものであっても良いが、Moを主体とする成形体とCuまたはCu合金とから溶浸焼結によって製作されたものや、10～80重量%のMoを含有するMo-Cu合金系の焼結摺動材料によって製作されたものであっても良い。

【0075】

さらに、図7(a)～(c)に示される各製造工程にて作製された乾式複層軸受摺動部

材を丸曲げて作製される無給脂タイプの乾式軸受ブッシュを、前記作業機ブッシュ11に代えて適用することも可能である。ここで、図7(a)～(c)に示される各製造工程にて作製される乾式複層軸受摺動部材は、高密度なMo系、Mo-Cu合金系摺動材料の小片等(T, T', T'')を鋼板B上に配して焼結接合または溶浸接合した後に、図中記号Lで示される潤滑性樹脂や潤滑組成物(固体潤滑剤+樹脂)を接合層に充填するようにライニングしてなるものである。またここで、図7(a)にて示される製造手段においては、Mo-Cu合金系の成形体、造粒体、焼結体の小片Tを直接鋼板裏金Bに焼結接合した後にライニングするようにされている。一方、同図(b)にて示される製造手段においては、青銅系、鉛青銅系、Fe-Cu-Sn系またはFe-Cu-Sn-Pb系の焼結材料を散布・焼結接合してなる下地焼結層Nを有する鋼板裏金B上に高密度Mo系、Mo-Cu合金系の焼結体もしくは成形体の小片T'を配して、その下地焼結層Nを介して鋼板裏金Bに焼結接合した後に、ライニングするようにされている。他方、同図(c)にて示される製造手段においては、Mo系の成形体、造粒体、焼結体の小片T''と溶浸剤となる銅系粉末Yを鋼板裏金B上に散布して、溶浸焼結と同時に接合した後に、ライニングしてなるものである。

【0076】

さらにまた、黒鉛、MoS₂等軟質の固体潤滑剤造粒粒子の1/5径ほどの微細なMo粉末とその造粒固体潤滑剤を混合成形したものに、焼結と同時に溶浸して高密度高強度化したMo-Cu合金-固体潤滑材料系摺動材料を裏金(軸受裏金、軸基材)に一体化してなる作業機ブッシュや作業機連結ピンを前記各実施形態における連結装置に適用することで、完全無給脂化を目指すことも可能である。なお、このような溶浸焼結摺動材料においても、CaF₂やMo酸化物等の硬質な固体潤滑剤が含有されても良いことは言うまでもない。

【0077】

また、第1の実施形態および第2の実施形態のそれぞれにおけるスラスト軸受12を、中空円板状の鋼製裏金(基材)23に対してMo-Cu合金系材料が溶浸焼結接合あるいは焼結接合されて摺動面層が形成されてなるものとすることも好ましい。さらに、このスラスト軸受12においては、前記摺動面層に、耐摩耗性をより改善するためのTiC, TiN, WC, Fe-Mo, Fe-Cr, Si₃N₄等の炭化物、窒化物、酸化物硬質粒子を分散させるのが好ましい。なお、このスラスト軸受12において、前記鋼製裏金(基材)23の両面に前記摺動面層が一体化されて使用されて良いことは言うまでもない。

【0078】

図8には、成形体、焼結体中における固体潤滑剤粒子とMo粉末の状態を表わす模式図で、Mo粉末粒径と固体潤滑剤の大きさとの関係を表わす図が示されている。

【0079】

この図8に示されるように、Mo粉末粒径が微細であるほど固体潤滑剤は丸く形成され、強度的な内部応力集中を避ける効果が高く、より強度の低下を防止できることから、微細な粒径のMo粉末を焼結体材料として採用することで、焼結体中により多くの固体潤滑剤を添加することができることは明らかである。また、多量の有機潤滑剤を添加した焼結体原料混合粉末に作用させる成形圧力を0.5～2 t o n / c m²に低く抑えることにより、軟質な固体潤滑剤による強度劣化を抑えることができ、更にCu合金系材料を溶浸することで内部応力集中を避けることができる。

【0080】

ところで、前記第1の実施形態および第2の実施形態に係るバケット連結装置9A, 9Bの基本構造は、図9(a)に示されるクローラ式下部走行体における履帯アッセンブリ33、同図(b)に示されるブルドーザの車体を支えるイコライザ機構34、図10図(a)に示されるダンブトラック等のサスペンション装置35、および同図(b)に示されるクローラ式下部走行体における転輪アッセンブリ36のそれぞれにおける連結部位の連結構造とその基本構造が類似している。すなわち、一側の機械構成要素(一側のリンクセット37、メインフレーム41、車体フレーム45、転輪リテーナ49)と、この一側の

機械要素に支持される軸受軸（履帯ピン38、イコライザピン42、サスペンション支持ピン46、転輪シャフト50）およびその軸受軸に外嵌される軸受ブッシュ（履帯ブッシュ39、イコライザブッシュ43、球面ブッシュ（自由度2）47、転輪ブッシュ（鍔付ブッシュ）51）を介して配される他側の機械構成要素（他側のリンクセット40、イコライザバー44、サスペンション48、転輪ローラ52）とを、互いに回動または回転可能に連結する構造とされている。したがって、それら連結部位に対して本発明の技術思想を適用することで、第1の実施形態および第2の実施形態と同様の作用効果を得ることができる。なお、図9（a）（b）および図10（a）（b）において、記号Gにて示される部位は、本発明に係る焼結摺動材料が一体化されて好適な部位である。

【実施例1】

【0081】

次に、本発明の具体的な実施例について、図面を参照しつつ説明する

【0082】

（焼結摺動材料の製造法とその検証）

本実施例においては、Mo（1）粉末（平均粒径 $0.8\mu\text{m}$ ）、Mo（2）粉末（平均粒径 $4.7\mu\text{m}$ ）、NiO（平均粒径 $0.7\mu\text{m}$ ）、アトマイズ銅粉末（日本アトマイズ、SFR-Cu平均粒径 $10\mu\text{m}$ ）、Ni粉末（平均粒径 $1.2\mu\text{m}$ ）および#350メッシュ以下のTiH、Sn粉末を用いて表1に示されるような混合粉末を作製し、更にこれらの混合粉末に対して3重量%のパラフィンワックスを配合して、内径が 4.6mm 、高さが 50mm の円筒形状に $2\text{ton}/\text{cm}^2$ の加圧力で成形した。そして、得られた各成形体を、 $950\sim 1250^\circ\text{C}$ で1hr焼結した後に、 N_2 ガスで冷却した。

【0083】

【表1】

Mo系摺動材用供試材の配合組織（重量%）

0.8 μm 4.7 μm GE25 1.2 μm #350以下

	Mo1	Mo2	Cu	Ni	TiH	Pb	Sn	1150°C	溶浸剤1	溶浸剤2	1250°C	1470°C
A1	100							58.8	9.28	9.31		
A2		100						58.4	9.18	9.21		
A3		Bal.	5					70.5				
A4		Bal.	4.25		0.25	0.5		88.7				
A5		Bal.	4.45		0.25		0.3	79.1				
A6		Bal.	2.5	2.5				68.2			91.2	
A7		Bal.		5				63.4				98.8
A8		35	58.5				6.5	97.8				
A9		50	45				5	98.3				
A10		70	27				3	98.9				
溶浸剤1			Bal.				10					
溶浸剤2			Bal.				20					

【0084】

ここで、No. A1に係る平均粒径が $0.8\mu\text{m}$ のMo（1）粉末を主体とする成形体（成形体密度 $4.65\text{gr}/\text{cm}^3$ ）は、 950°C で既に顕著な収縮性を示してその焼結性が発現され、 1100°C 、 1150°C 、 1200°C のそれぞれにおいてその焼結性はほぼ飽和するものの収縮率14.6%の顕著な収縮性を示し、相対密度で88%（気孔率12%）にまで密度の向上が図られた。

【0085】

一方、No. A2に係る平均粒径が $4.7\mu\text{m}$ のMo（2）粉末を主体とする成形体（成形体密度 $5.82\text{gr}/\text{cm}^3$ ）において、その焼結性は、No. A1に係る成形体の焼結性ほどではないが、焼結により収縮率4.5%の収縮性を示し、十分な焼結性が確保されることが分かった。

【0086】

そして、Mo (1) 粉末を主体として作製された焼結体、およびMo (2) 粉末を主体として作製された焼結体のいずれにおいても、相対密度が約60%で、約40体積%の気孔率を有する高強度な多孔質体となることが確認された(表1において、1150℃での相対密度を表わすデータを参照)。

【0087】

ところで、従来のCu系、Fe系焼結含油軸受の気孔は、主にSnやCuの流出孔を利用したものであることから、その気孔径が10~40 μ m程度の粗大なものとなっている。このことは、摺動面での気孔の早期閉塞化を防止する上で有利に働くものの、一方においては、1) 摺動面に作用する油圧の逃げを大きくして、境界潤滑下での潤滑油膜の形成を難しくする、2) 摺動面における潤滑油のポンプ作用が小さくなるために、潤滑油が気孔から顕著に流出する、3) 重力の影響によって潤滑油が摺動面に偏在するようになり、荷重が作用する方向によっては潤滑油不足による早期の焼付きが生じる恐れがある、などの問題を有している。

【0088】

これに対し、本実施例の例えばNo. A1に係る焼結体においては、1185℃で焼結された当該No. A1に係る焼結体の断面組織写真が示された図11(a)および同焼結体の破断面組織写真が示された同図(b)から明らかなように、平均サイズが0.3 μ m以下の微細な気孔がきめこまかに分散されているとともに、それら気孔が通じ合って構成されるスケルトン構造になっている。したがって、このNo. A1に係る焼結体によれば、浸透力が極めて大きくなるために、潤滑油等を多量に含油させることができるとともに、摺動中において当該焼結体からの潤滑油等の流出を極めて少なくすることができ、従来のCu系、Fe系焼結含油軸受が有する先の問題を本質的に解決し得ることは極めて明らかであるといえる。

【0089】

また、従来、Mo粉末の焼結体は、水素気流中において2300~2500℃で焼結されるのが一般的であり、またその時の成形密度は9.2~9.5 g/cm³ (相対密度; 90~93%、収縮率17.5~20%)であり、しかもその後に施される熱間加工によって更に高密度化されているが、焼結温度が1150℃の予備焼結レベルでは殆ど焼結が進行せず、1300℃の焼結温度において2~4%程度の収縮率を示すという難焼結材料であった。

【0090】

これに対し、本実施例では、0.01~1 torrレベルの真空焼結を実施して、原料の粉末表面に形成される低融点酸化物〔例えば、MoO₃ (融点; 795℃、沸点; 1151℃)〕による液相を発生させて焼結を促進させるようにされている。このことを如実に表わす図11(c)の組織写真にて示されるように、低融点酸化物が液相化することで焼結が部分的にまとまって顕著に促進された痕跡が散見され、またこの焼結が顕著に促進された部位においては、冷却過程で部分的にクラックが発生していることがうかがえる。このことから、Mo金属粉末にMoO₃等の低融点酸化物を積極的に添加することで液相焼結性を高め、また焼結温度を適宜高温側に移させることによりその低融点酸化物を還元または同酸化物の酸素成分を揮発除去するので、高密度なMo焼結体が得られることは明らかであり、また焼結時の酸素ポテンシャルを制御することによっても高密度化が図られることは明らかである。

【0091】

なお、前記低融点酸化物の例として挙げたMoO₃に代えて、真空焼結にて容易に還元されるNi, Fe, Cu, Co, Sn等の酸化物(例えば、NiO, CoO, FeO, CuO等)を添加して、Mo金属粉末の焼結性を促進する酸素源とすることも好ましい。この際の酸化物の添加量は、従来の液相焼結が10体積%で完全に緻密化されていることを勘案すれば、酸素添加量として0.1~3.0重量%程度で十分である。

【0092】

また、前記No. A1に係る焼結体およびNo. A2に係る焼結体において、各焼結体のヤング率は、各焼結体に所定の割合で含有されている気孔の影響により、金属Moのヤング率 30000 kgf/mm^2 の20~30%程度にまで低減され、銅系溶製材料程度の当り性の実現されることが分かった。また、各焼結体の硬さについては、No. A1に係る焼結体が $H_v=92$ で、No. A2に係る焼結体が $H_v=66$ であり、摺動材料として馴染みに優れた硬さであることが確認された。また、前記各焼結体の圧環強度についても、一般的な含油軸受の圧環強度(15 kgf/mm^2 以上、引張強度約 7 kgf/mm^2 以上)を十分に達成することが確認された。

【0093】

他方、表1において示されるNo. A3~No. A7に係る各焼結体は、Mo金属粉末を95重量%に固定してCu, Cu合金およびNiの1種以上を5重量%添加したときの焼結性に及ぼす影響を調べるために供試されたものである。このNo. A3~No. A7に係る各焼結体はいずれのものも、Cu, Cu合金, およびNiの各融点を越える焼結温度においてその焼結性が顕著に促進されていることが確認された。特に、Niが5重量%添加されているNo. A7に係る成形体の焼結の際において、 1460°C 以上でNiの液相化による顕著な緻密化が進行したことは、既知の事実と整合している。また、CuTiPb系のNo. A4に係る焼結体およびCuTiSn系のNo. A5に係る焼結体においては、いずれのものも 1150°C の焼結温度においてその焼結性が顕著に高められていた。これは、CuTiPb系のNo. A4に係る焼結体については、Moに対するTiの相溶性、Pbに対するMoの固溶性、およびTiとPbの強力な親和性からMoとCu合金との濡れ性が改善されることによるもの、CuTiSn系のNo. A5に係る焼結体については、先の溶浸剤の結果から容易にその濡れ性が改善されることによるもの、であることは明らかである。

【0094】

さらに、本実施例においては、表1のNo. A1に係る成形体を $1000\sim1200^\circ\text{C}$ で焼結する際に、同表において示される溶浸剤1に係る成形体をそのNo. A1に係る成形体の上に配して焼結と同時に溶浸させる溶浸焼結法を行うことにより、通気孔がなくて高密度なMo系溶浸焼結体を製造した。また、同表中の溶浸剤2に係る成形体とNo. A1に係る成形体とから先の溶浸焼結法によりMo系溶浸焼結体を製造した。さらに、溶浸剤1に係る成形体とNo. A2に係る成形体とを用いてMo系溶浸焼結体を、並びに溶浸材2に係る成形体とNo. A2に係る成形体とを用いてMo系溶浸焼結体を、それぞれ先の溶浸焼結法により製造した。なおここで、前記溶浸剤1および溶浸剤2(いずれも溶浸用Cu系合金)に係る成形体は、いずれのものも所定の混合粉末(表1参照)に対して 4 ton/cm^2 の加圧力を作用させてNo. A1およびNo. A2に係る成形体と同様に円筒形状で、かつ溶浸量を合わせるためにその高さ寸法を適宜調整するようにして成形されたものである。

【0095】

そして、この溶浸焼結法を用いたMo系溶浸焼結体の製造方法によって、例えば、No. A1に係る成形体においては、溶浸焼結前の成形体密度が 4.65 gr/cm^3 (相対密度; 約46%に相当)であったものが、 1150°C の溶浸焼結後に、その成形体密度が 9.31 gr/cm^3 にまで高められることが確認された。また、No. A1に係る成形体と溶浸剤2とから製造されたMo系溶浸焼結体においては、その硬さが H_v325 にまで硬化されることが分かった。

【0096】

また、No. A1に係る成形体と溶浸剤2とから製造されたMo系溶浸焼結体の組織写真が示されている図12(a)、およびNo. A2に係る成形体と溶浸剤2とから製造されたMo系溶浸焼結体の組織写真が示されている同図(b)から明らかなように、いずれのMo系溶浸焼結体においても、その組織中における気孔が殆ど無くなり、組織的強度が高められていることが分かる。また、より細粒のMo(1)粉末(平均粒径 $0.8\mu\text{m}$)が用いられてなる同図(a)のMo系溶浸焼結体は、そのMo(1)粉末よりも粗いMo

(2) 粉末 (平均粒径 $4.7 \mu\text{m}$) が用いられてなる同図 (b) の Mo 系溶浸焼結体と比較して、極めて微細で均一な組織となっており、同図 (a) に示される Mo 系溶浸焼結体の方が同図 (b) に示される Mo 系溶浸焼結体よりも摺動特性が優れることが分かる。

【0097】

また、No. A1 に係る成形体および No. A2 に係る成形体のそれぞれに対して先の溶浸焼結法を施す場合の寸法収縮率を調べると、No. A1 に係る成形体に先の溶浸焼結法を施した場合には、 1000°C で 10%、 1150°C で 8.1%、 1200°C で 7.3% の収縮率であるのに対して、No. A2 に係る成形体に先の溶浸焼結法を施した場合には、3.7% 以内の収縮率で収まることが分かった。そして、この収縮率の差が焼結体の骨格となる Mo 金属粉末の焼結性に最も影響され、特に Sn を多量に含有する青銅合金の溶浸焼結では Sn の蒸発との関係から 1150°C 以下の温度で実施するのが好ましいことが分かった。さらにまた、本実施例に係る溶浸焼結法が、Mo 金属相を 40~60 体積% 含有し、その残部が Cu または Cu 合金相からなる高密度な焼結摺動材料を製造する方法として極めて好ましいことも分かった。

【0098】

さらに、Mo 金属粉末 (Mo (1) 粉末、Mo (2) 粉末) に予め耐摩耗性を高める硬質粒子 (例えば、TiC, TiN, TiCN, W, フェロモリブデン (50~70 重量% Mo-Fe), Si_3N_4 等) や固体潤滑剤 (例えば CaF_2 , 黒鉛等) を添加してなる粉末成形体に対して先の溶浸焼結法を施すことで、より高強度で潤滑能に優れた無給脂焼結摺動材料を形成することができることは明らかである。とりわけ、微細な Mo 粉末を利用することにより、Mo 粒子より大きくて軟質な固体潤滑剤を多量に添加した場合においても、高強度を担保しつつ摺動性能に優れた焼結摺動材料とすることができることは明らかである (例えば、本出願人の既提案に係る特許 3214862 号公報参照)。このことから、例えば油圧ショベル等の作業機連結装置において、作業機連結ピンおよび軸受ブッシュのうちの少なくとも 1 種を、固体潤滑剤を含有する Mo 系または Mo-Cu (Cu 合金) 系の焼結摺動材料が一体化されてなるものとするにより、当該作業機連結装置を、長期間の給脂間隔もしくは給脂無しで使用可能な連結装置とすることができることは明らかである。なおここで、固体潤滑剤の好ましい大きさが Mo 粉末径の約 3 倍以上、より好ましくは 5 倍以上であることは、幾何学的な関係から明らかである (図 8 参照)。

【0099】

さらに、本実施例では、電解 Cu 粉末 (CE15、福田金属社製) と前記 Mo_2 , Sn、TiH, Pb 粉末および #350 メッシュ以下の Fe27 重量% P を用いて表 2 の組成となるように配合するとともに、Mo が重量% で 0, 5, 10, 15, 25 重量% となるように配合し、成形後、 $850\sim 950^{\circ}\text{C}$ で焼結し、その液相焼結性を調査した。なおここで、TiH, Pb, Fe27P は、Mo 粉末との濡れ性を改善するために添加されるものである。

【0100】

【表 2】

Mo-Cu 合金系焼結摺動材の配合組織 (重量%)

	Cu(CE15)	Mo2	Sn	Cu20Sn	TiH	Pb	Fe27P	865°C	885°C
B1	Bal.	0	6	28	0.7	8	2	8.5	
B2	Bal.	5	6	28		8		7.65	
B3	Bal.	5	6	28	0.7	8	2	8.6	
B4	Bal.	10	6	28	0.7	8	2	8.9	
B5	Bal.	15	6	28	0.7	8	2	9.1	
B6	Bal.	25	6	28	0.7	8	2		9.2

【0101】

その結果、表 2 の右欄に記載するように、濡れ性の改善によって多量の Mo 粒子が分散した状態においてもより高密度な Cu 合金-Mo 系焼結体の得られることが分かった。ま

た、図13(a)および同図(b)並びに図14(a)および同図(b)は、表2中のNo. B3およびNo. B5の焼結組織並びに表1中のNo. A9およびNo. A10の焼結組織をそれぞれ示したものであって、いずれの場合においても極めて高密度に焼結化しており、Ti, Pbを添加して液相焼結時の濡れ性を改善したNo. B3, No. B5に係る焼結体においては、焼結温度を865℃に調整することによって焼結密度(焼結体中の気孔率)を十分に高めることができ、またそれらの焼結体の硬さがHv120, Hv145であり、高面圧下の摺動材料として十分な組織的強度が得られることが分かった。また、これらの摺動材料は耐摩耗性と耐焼付き性に優れた油潤滑下での高速、軽負荷な摺動材料としても良いことが期待されることは明らかである。

【実施例2】

【0102】

(軸受試験)

本実施例においては、図15に示されるような形状の供試用軸受ブッシュおよび供試用軸受軸のいずれか一方に本発明に係る焼結摺動材料を一体化した条件で、供試用軸受ブッシュと供試用軸受軸との間の軸受試験を行った。摺動面粗さは焼結穴を除いて、すべて約2~5μm程度の旋盤加工目として、本発明に係る焼結摺動材料を一体化した供試軸受ブッシュの摺動相手の供試軸受軸はS50C炭素鋼の表面層を高周波焼入れ、焼戻し(160℃)、表面硬さがHRC56となるように調整し、その面粗さが研削加工によって1~3μm以下に仕上げられたものを使用した。また、本発明に係る焼結摺動材料を一体化した供試軸受軸の摺動相手の供試軸受ブッシュは、#100メッシュ以下の4600鉄粉末に0.7重量%の黒鉛粉末(平均粒6ミクロン、ロンザKS6)を混合した混合粉末に対して、0.7重量%に相当する有機潤滑剤(アキラワックス)を添加混合して、成形圧力6ton/cm²で成形後、1150℃×2hrの真空焼結、N₂ガスで焼入れ、200℃×1hrの焼戻し処理を施し、更に含油処理を施した後に図15に示されるような形状となるように機械加工してなるものを使用した。そして、いずれの供試軸受ブッシュにおいても、ISO VG68相当の極圧添加剤(S添加量0.8重量%)を含有する潤滑剤を含浸させるものとした。さらに、本実施例においては、Mo(2)粉末と0.1~0.3mm径の水ガラス造粒黒鉛の成形体に溶浸剤2を使った溶浸焼結体の軸受評価試験を追加実施した。

【0103】

本軸受試験においては、揺動角度10°と160°の揺動試験として、面圧を50kgf/cm²毎に揺動回数2000サイクル繰り返した後に昇圧させながらその時の摩擦係数が0.3以上に急速に上昇した面圧の前面圧を焼付き限界面圧として評価した。なお、最大面圧は1300kgf/cm²であって、低揺動角度の平均速度は0.05m/min、高揺動角度の平均滑り速度は0.8m/minである。そして、評価結果を表3(低揺動角度)、表4(高揺動角度)にまとめて示したが、低揺動と高揺動試験の結果に大きな違いがないので、以下、表3の低揺動試験結果に基づいて検討する。

【0104】

【表 3】

低揺動角軸受試験結果(平均滑り速度0.05m/min)

60Mo 35Mo

軸受ブッシュの		軸受軸の摺動材							
摺動材	S45CIQT	A1/溶浸2	A2/溶浸2	A8	B1	B3	B4	B5	D
A1	1300								
A2	1300								
A5	1300								
C	150	1300	1150	950	250	250	450	700	1300
D	1050								
E	400								
S45CIQT									1000

C: 4600-0.7GrFe系焼結材料

D: Mo1-3重量%造粒Gr/溶浸剤2

E: Fe-0.7Gr-20Cu-10SKH51、浸炭焼入れ処理

【表 4】

高揺動角軸受試験結果(平均滑り速度0.8m/min)

60Mo 35Mo

軸受ブッシュの		軸受軸の摺動材							
摺動材	S45CIQT	A1/溶浸2	A2/溶浸2	A8	B1	B3	B4	B5	D
A1	1300								
A2	1200								
A5	1300								
C	100	1300	1200	900	200	250	500	800	1300
D	950 [※]								
E	450								
S45CIQT									900 [※]

C: 4600-0.7GrFe系焼結材料

D: Mo1-3重量%造粒Gr/溶浸剤2

E: Fe-0.7Gr-20Cu-10SKH51、浸炭焼入れ処理

※印は乾式軸受試験

【0105】

S45C高周波焼入れ焼戻しした供試軸受軸と各種焼結摺動材料が一体化されてなる供試用軸受ブッシュにおいては、(C)、(E)の標準的含油焼結摺動材に比べNo. A1, No. A2, No. A5のMo系多孔質材料が極めて顕著な限界焼付き面圧を示し、さらに、黒鉛をMo金属マトリックスに分散させてCu-Sn合金を溶浸させた摺動材(D)においても十分な固体潤滑による乾式摺動材料となり、潤滑油の供給を必要としない無給脂軸受ブッシュの摺動材料として用いられて好適であることが分かった。また、試験温度40℃、面圧300kgf/cm²の高揺動試験で軸受ブッシュからの潤滑油の流出性を評価した結果、A1, A2, A5のMo系多孔質材が一体化された含油軸受ブッシュはいずれも、比較材となる摺動材(E)で構成される軸受ブッシュの1/5以下と極めて少なく、これは焼結体中の気孔が極めて微細であることによるものであることが分かった。また、Fe系含油焼結材料からなる軸受ブッシュと、高密度なMo系摺動材料を外周面に一体化してなる供試用軸受軸との軸受試験評価においても、同様の結果が得られたが、とりわけ、Cu合金中のMo添加量の影響を調査した結果からは、Mo添加量が5重量%以上、好ましくは10重量%以上において急激な限界焼付き面圧の改善が認められた。

【図面の簡単な説明】

【0106】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る油圧シヨベルの全体斜視図(a)、およびバケット連結部を説明する分解斜視図(b)

- 【図 2】 本発明の第 1 の実施形態に係るバケット連結装置の概略構造説明図
 【図 3】 作業機ブッシュの構造説明図 (a) およびスラスト軸受の構造説明図 (b)
 【図 4】 本発明の第 2 の実施形態に係るバケット連結装置の概略構造説明図
 【図 5】 作業機連結ピンの他の態様例を表わす図
 【図 6】 第 1 の実施形態における作業機ブッシュの他の態様例を表わす構造説明図
 【図 7】 各種乾式複層軸受摺動部材の製造工程を表わす図
 【図 8】 成形体、焼結体中における固体潤滑剤粒子と Mo 粉末粒子の状態を表わす模式図
 【図 9】 履帯アセンブリの概略構造説明図 (a) およびイコライザ機構を説明する模式図 (b)
 【図 10】 サスペンション装置の要部構造説明図 (a) および転輪アセンブリの要部構造説明図 (b)
 【図 11】 微細粒径 Mo 粉末焼結体の組織写真で、断面組織写真 (a)、破断面組織写真 (b) および液相焼結が促進させた部位を表わす組織写真 (c)
 【図 12】 溶浸同時焼結した焼結体の組織写真で、No. A1 に溶浸剤 2 で溶浸焼結した焼結体の組織写真 (a) および No. A2 溶浸剤 2 で溶浸焼結した焼結体の組織写真 (b)
 【図 13】 No. B3 (5 重量% Mo) の焼結体の組織写真 (a) および No. B5 (15 重量% Mo) の焼結体の組織写真 (b)
 【図 14】 No. A9 (50 重量% Mo) の焼結体の組織写真 (a) および No. A10 (70 重量% Mo) の焼結体の組織写真 (b)
 【図 15】 軸受試験用軸受ブッシュの形状を表わす図
 【図 16】 従来の焼結軸受の適用例を表わす図

【符号の説明】

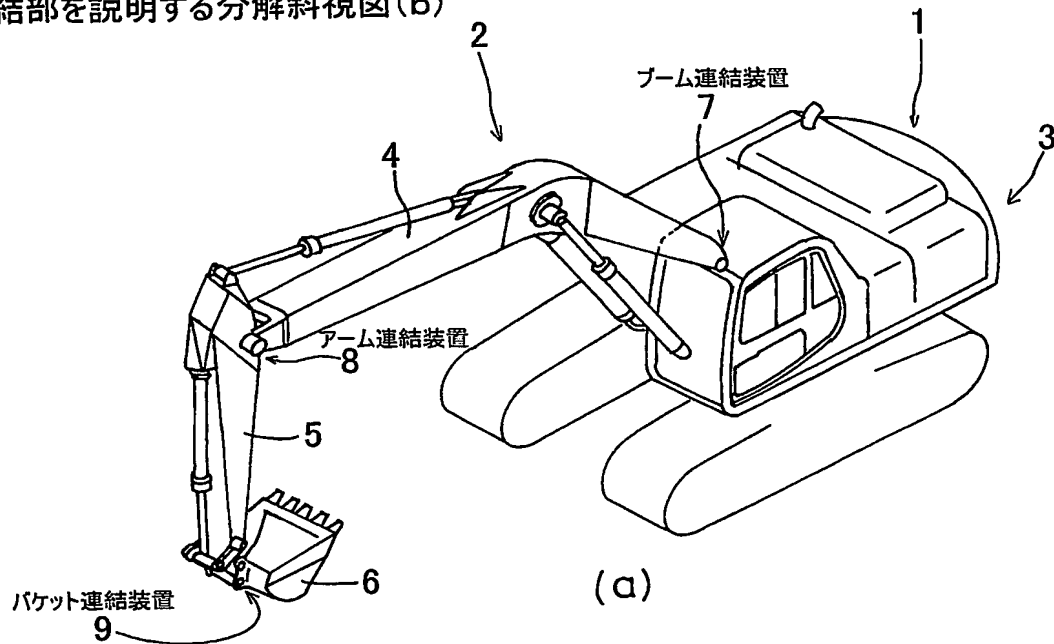
【0107】

2	作業機	
7	ブーム連結装置	
8	アーム連結装置	
9, 9A, 9B	バケット連結装置	
10, 26	作業機連結ピン	
11, 30	作業機ブッシュ	
12	スラスト軸受	
17, 20, 23, 27		基材 (裏金)
18, 21, 24, 28		焼結摺動材料
19, 22, 25, 29		摺動面
33	履帯アセンブリ	
34	イコライザ機構	
35	サスペンション装置	
36	転輪アセンブリ	

【書類名】 図面

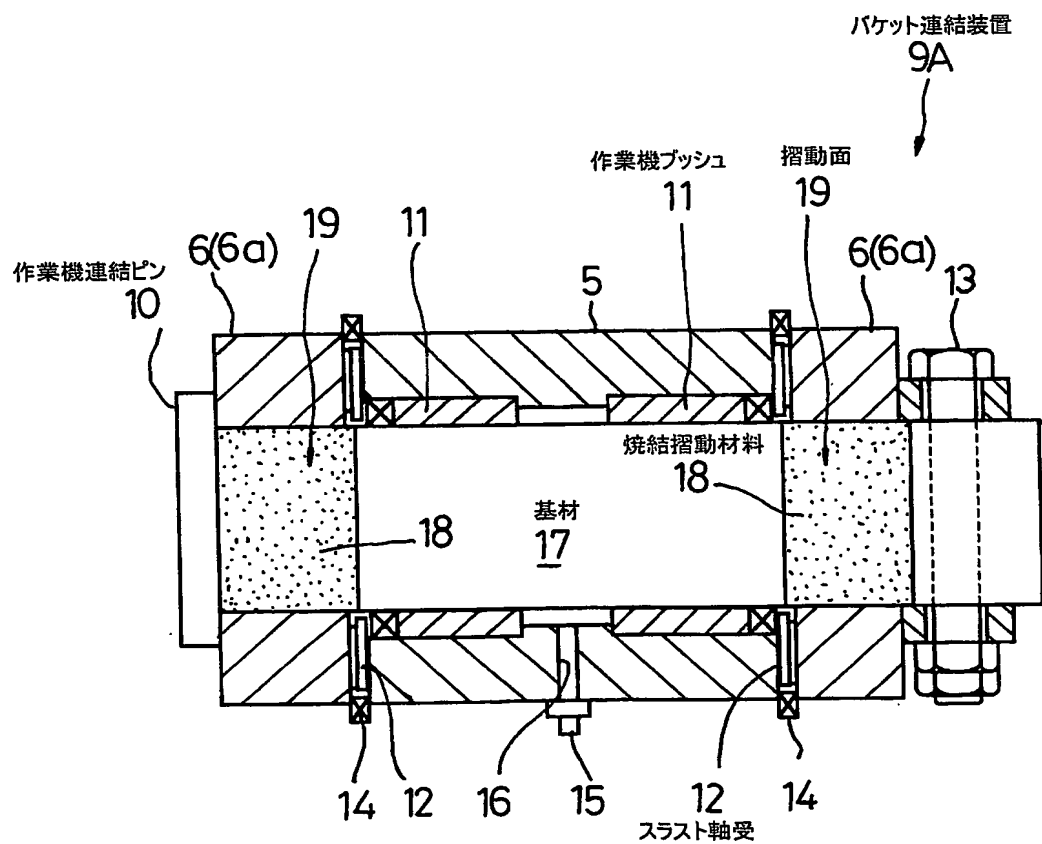
【図 1】

本発明の第1の実施形態に係る油圧ショベルの全体斜視図(a)およびバケット連結部を説明する分解斜視図(b)



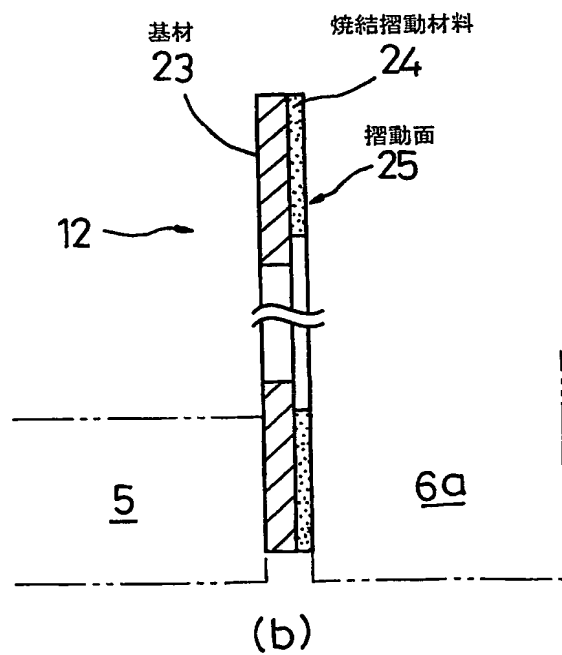
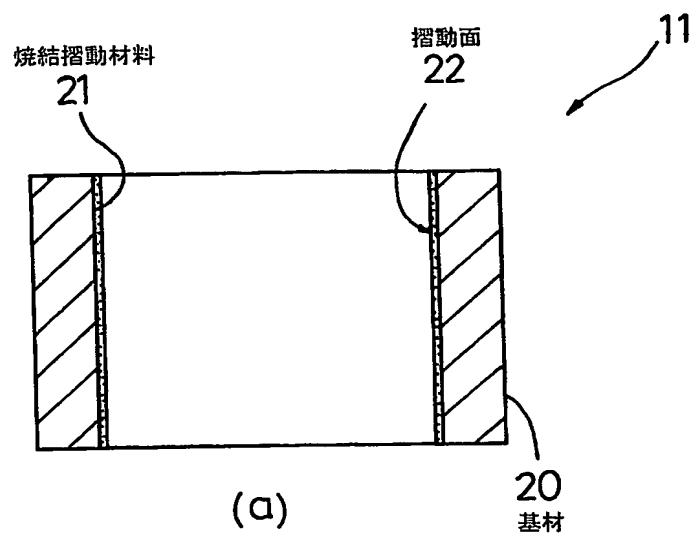
【図 2】

本発明の第 1 の実施形態に係るバケット連結装置の概略構造説明図



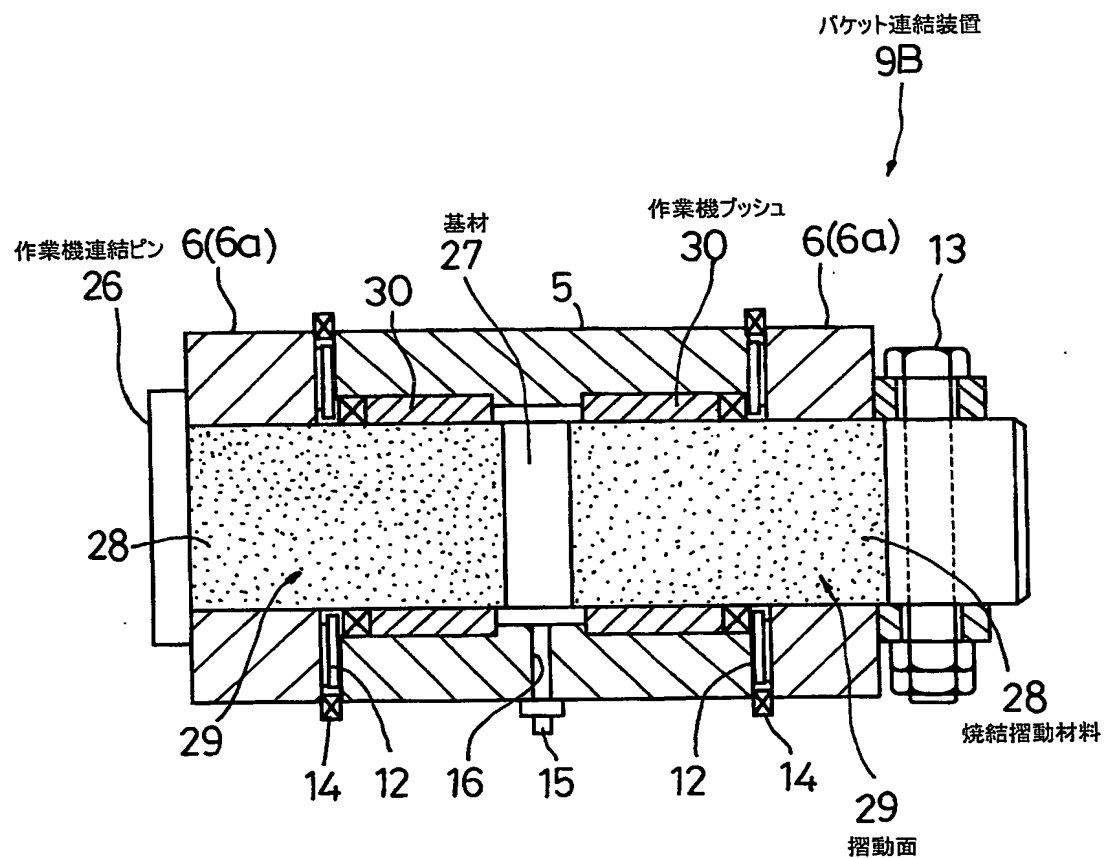
【図 3】

作業機ブッシュの構造説明図(a)およびスラスト軸受の構造説明図(b)



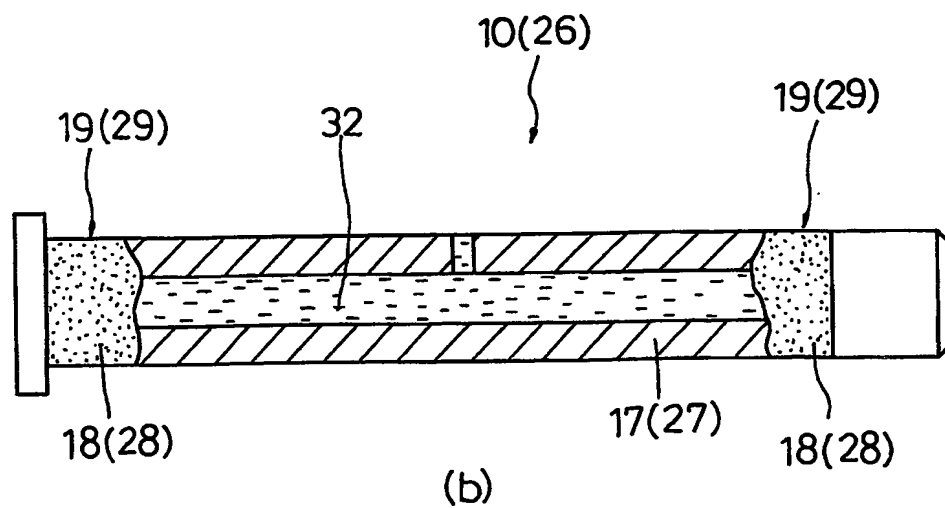
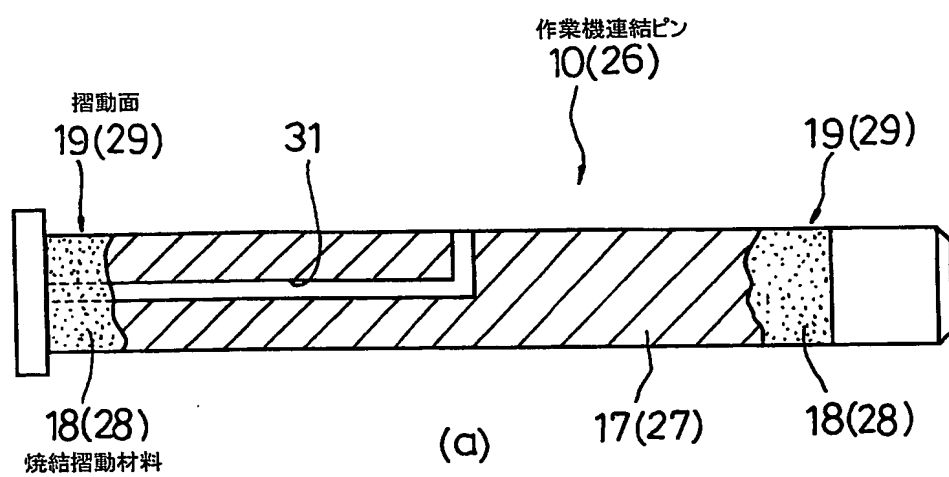
【図 4】

本発明の第 2 の実施形態に係るバケット連結装置の概略構造説明図



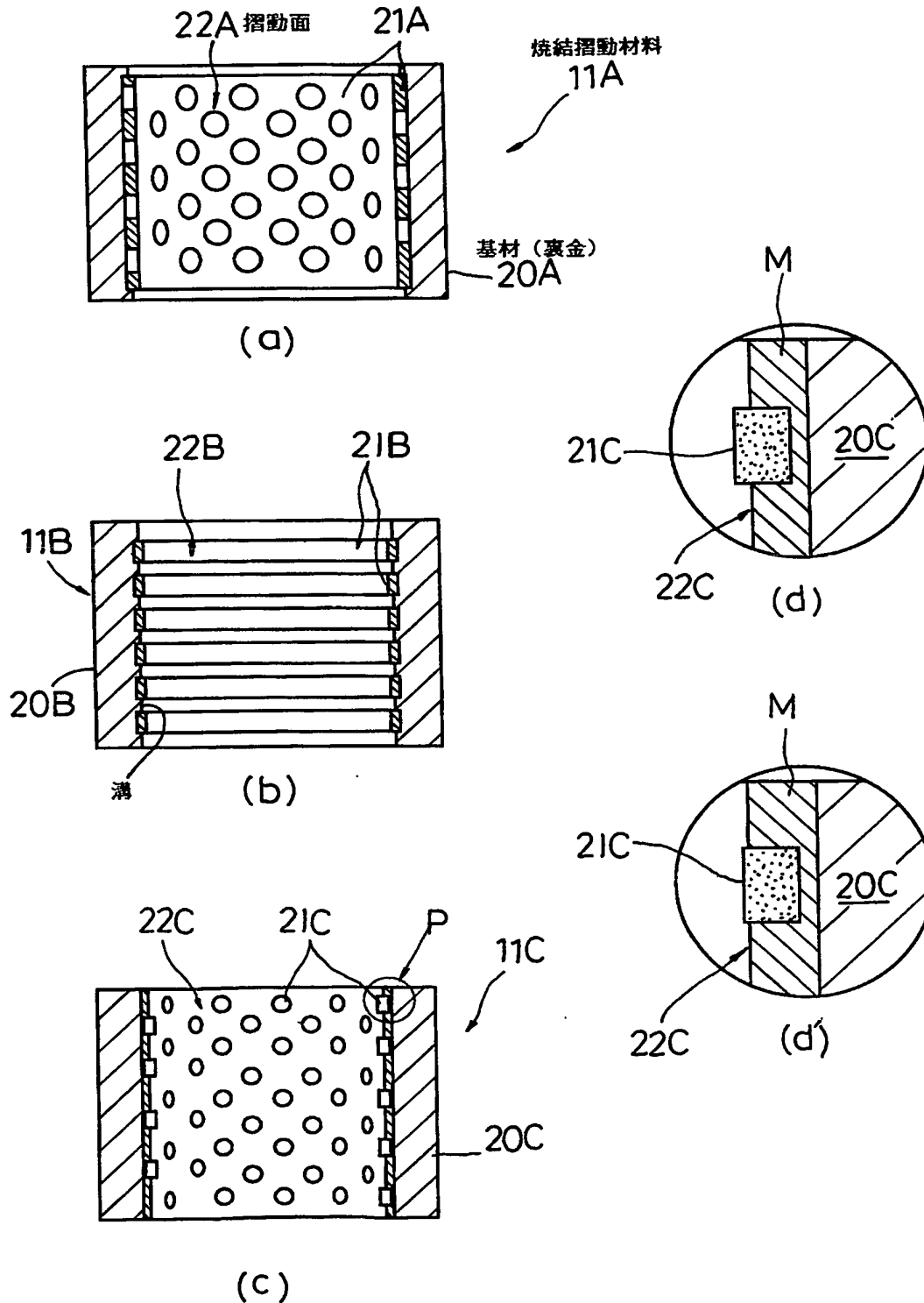
【図 5】

作業機連結ピンの他の態様例を表わす図



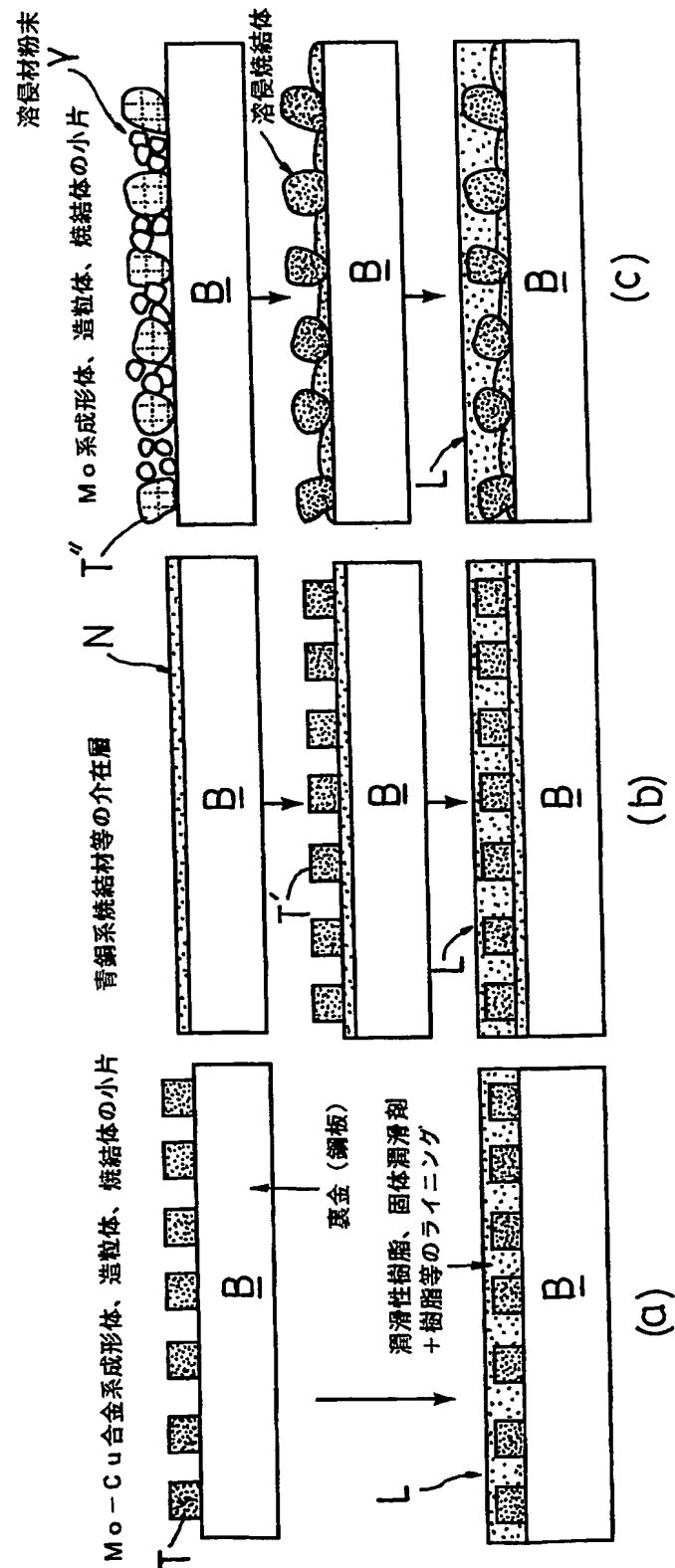
【図 6】

第 1 実施形態における作業機ブッシュの他の態様例を表わす構造説明図



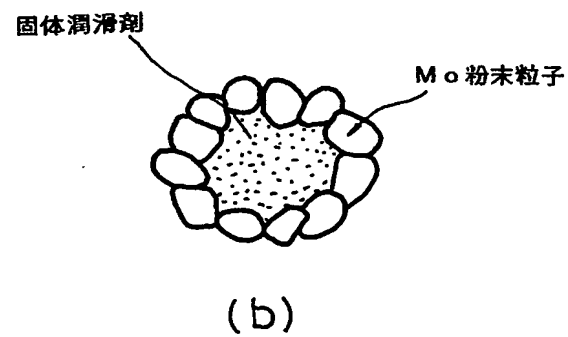
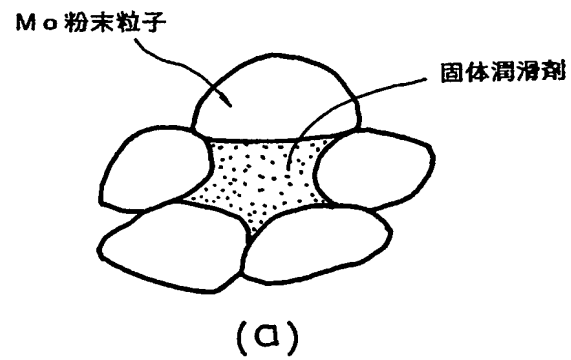
【図7】

各種乾式複層軸受摺動部材の製造工程を表わす模式図



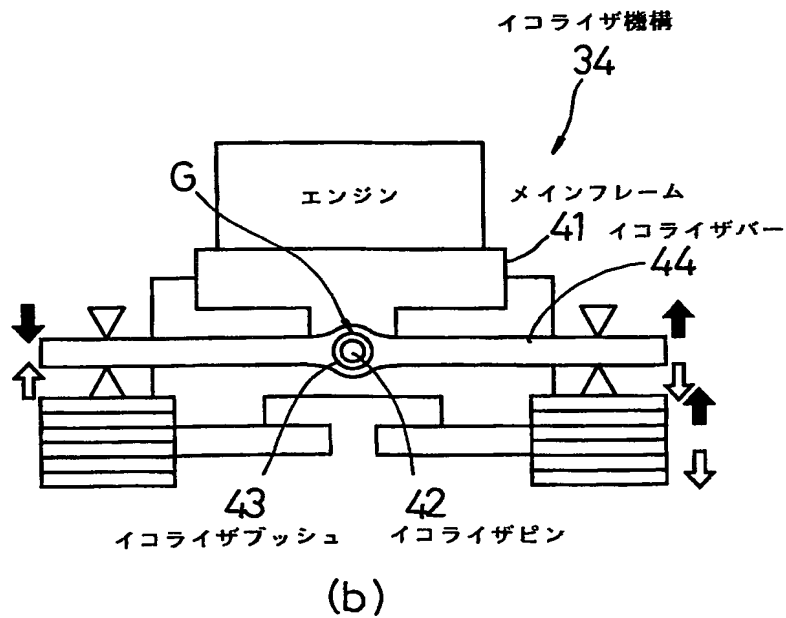
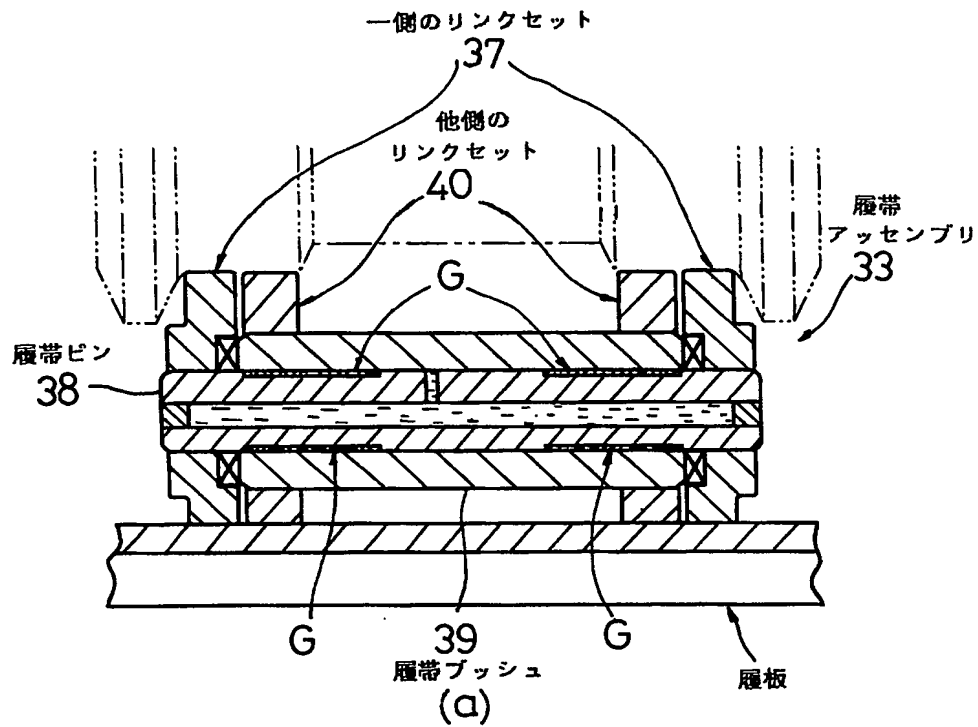
【図 8】

成形体、焼結体中における固体潤滑剤粒子とMo粉末粒子の
状態を表わす模式図



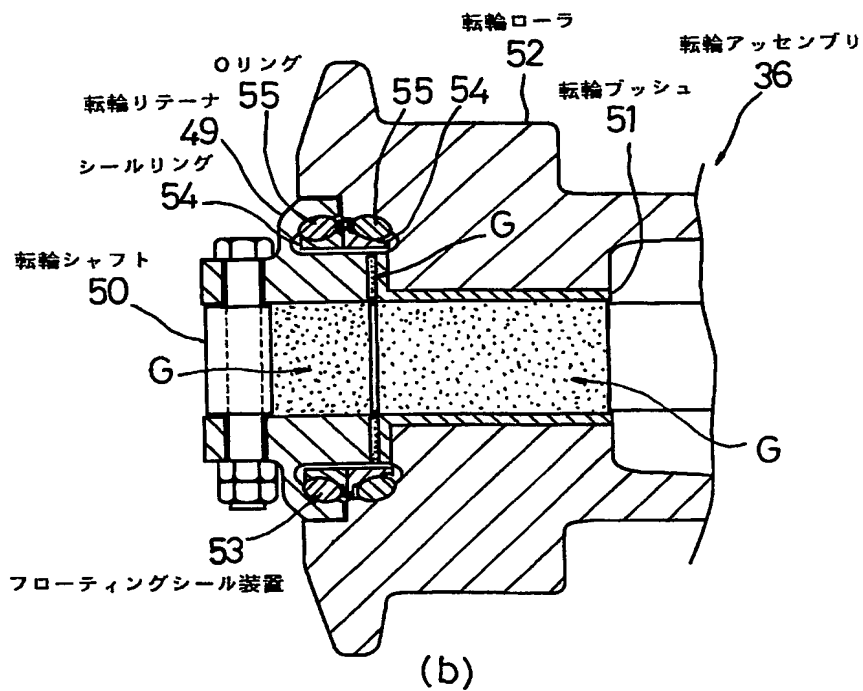
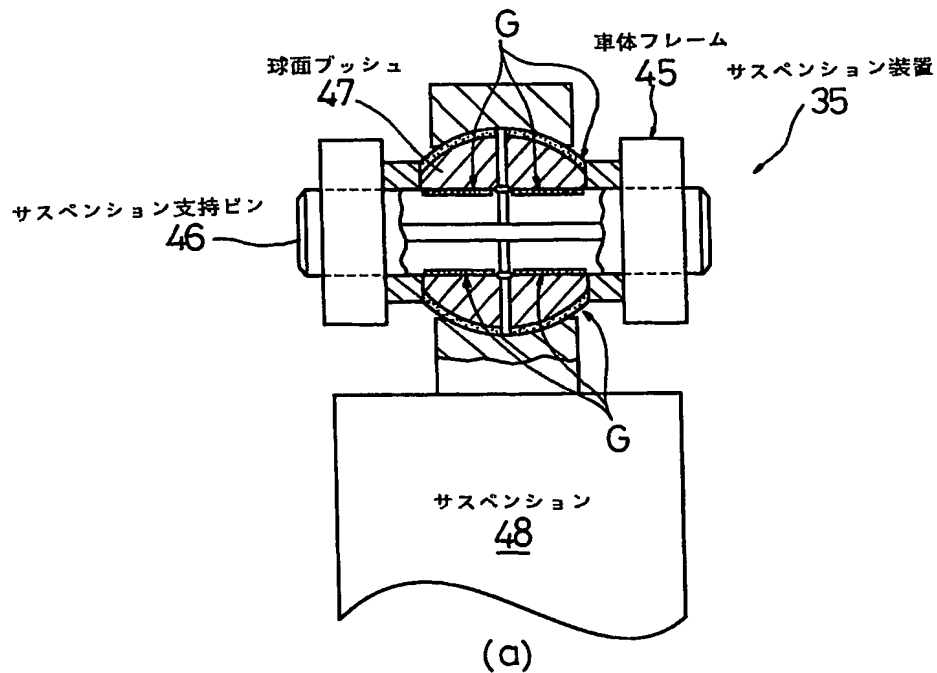
【図 9】

履帯アセンブリの概略構造説明図(a)およびイコライザ機構を説明する模式図(b)



【図 10】

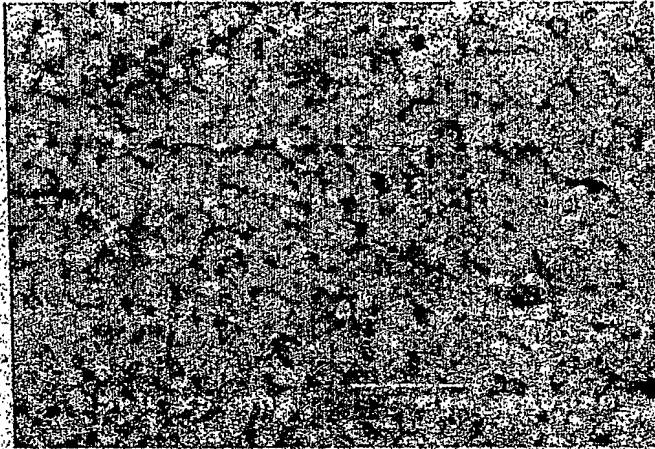
サスペンション装置の要部構造説明図(a)および転輪アセンブリの
要部構造説明図(b)



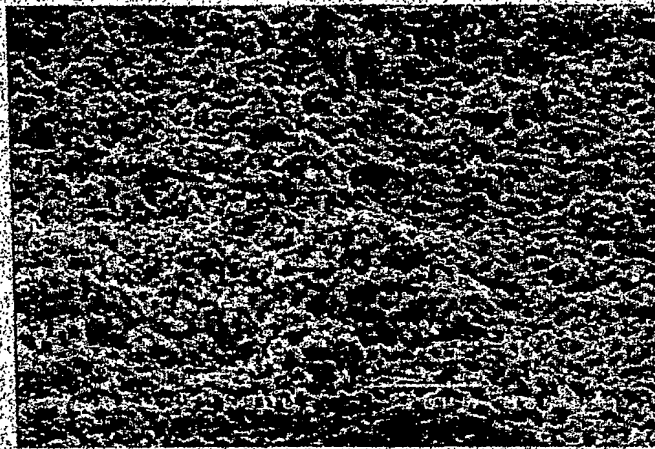
【図11】

微細粒径Mo粉末焼結体の組織写真で、断面組織写真(a)、破断面組織写真(b)および液相焼結が促進された部位を表わす組織写真(c)

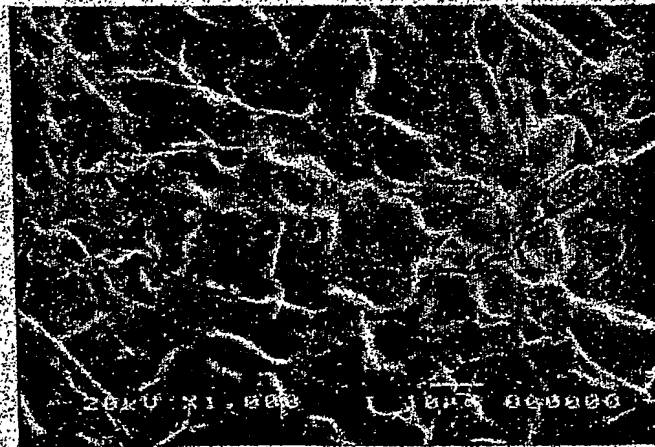
(a)



(b)

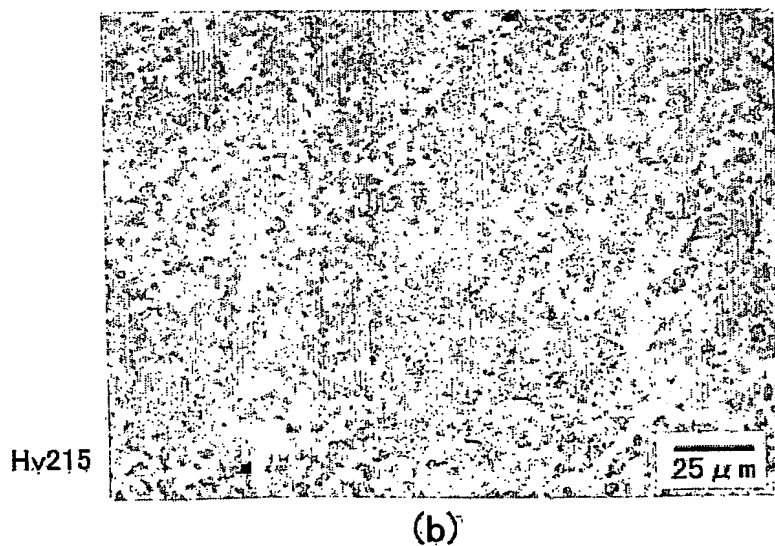
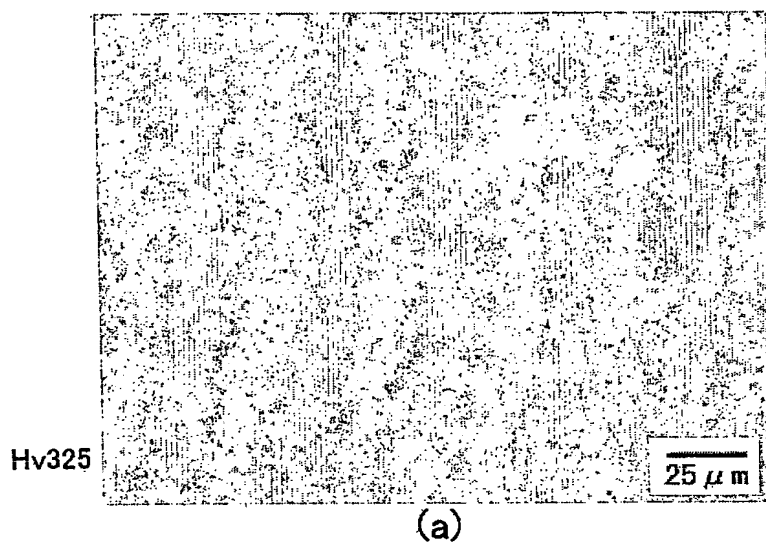


(c)



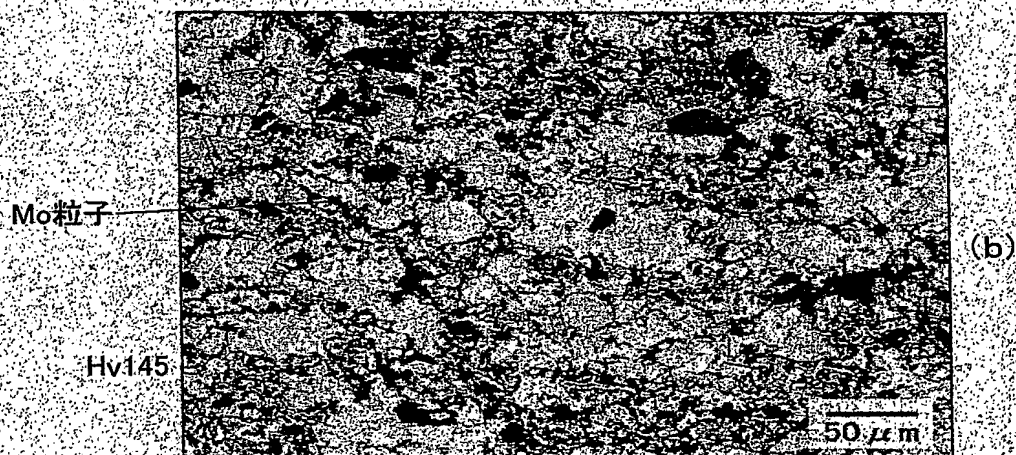
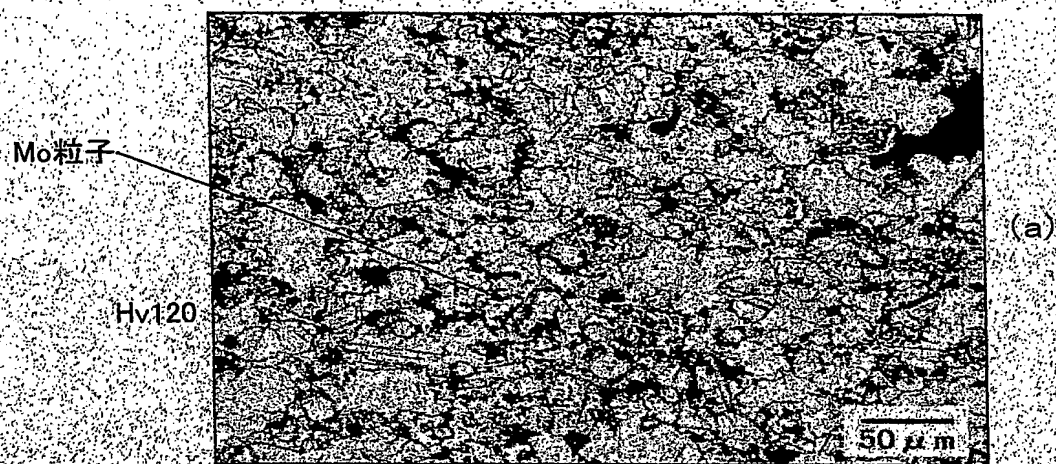
【図 12】

溶浸同時焼結した焼結体の組織写真で、No.A1に溶浸剤2で
溶浸焼結した焼結体の組織写真(a)およびNo.A2に溶浸剤2で
溶浸焼結した焼結体の組織写真(b)



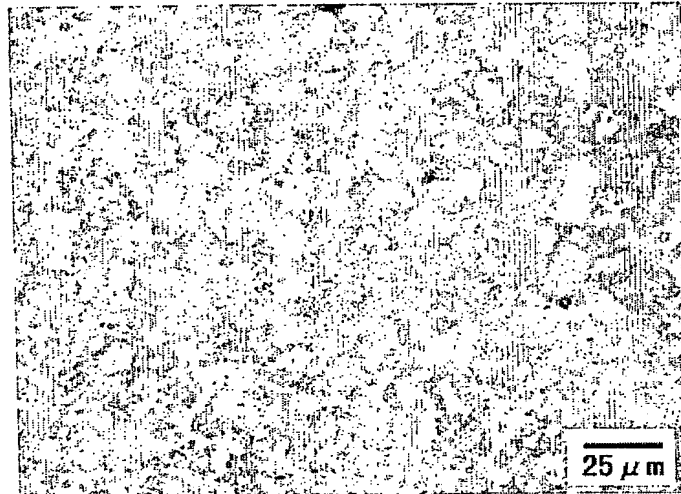
【図 13】

No.B3(5重量%Mo)の焼結体の組織写真(a)および
No.B5(15重量%Mo)の焼結体の組織写真(b)

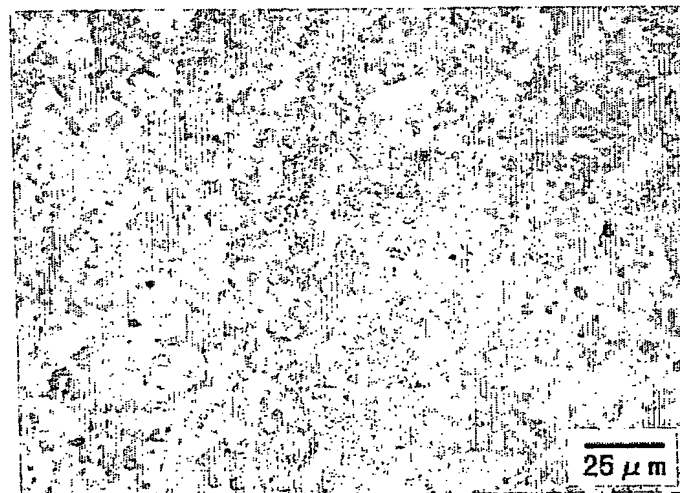


【図 14】

No.9(50重量%Mo)の焼結体の組織写真(a)および
No.A10(70重量%Mo)の焼結体の組織写真(b)



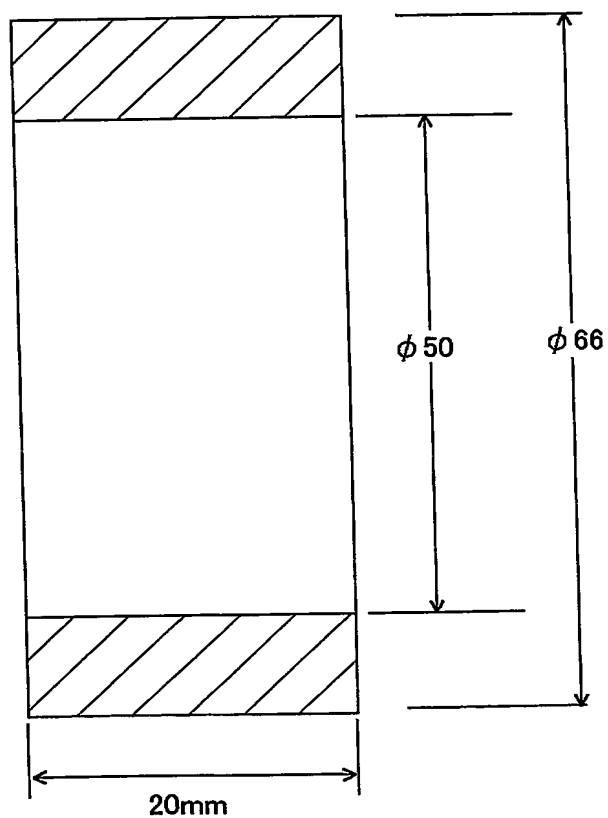
(a)



(b)

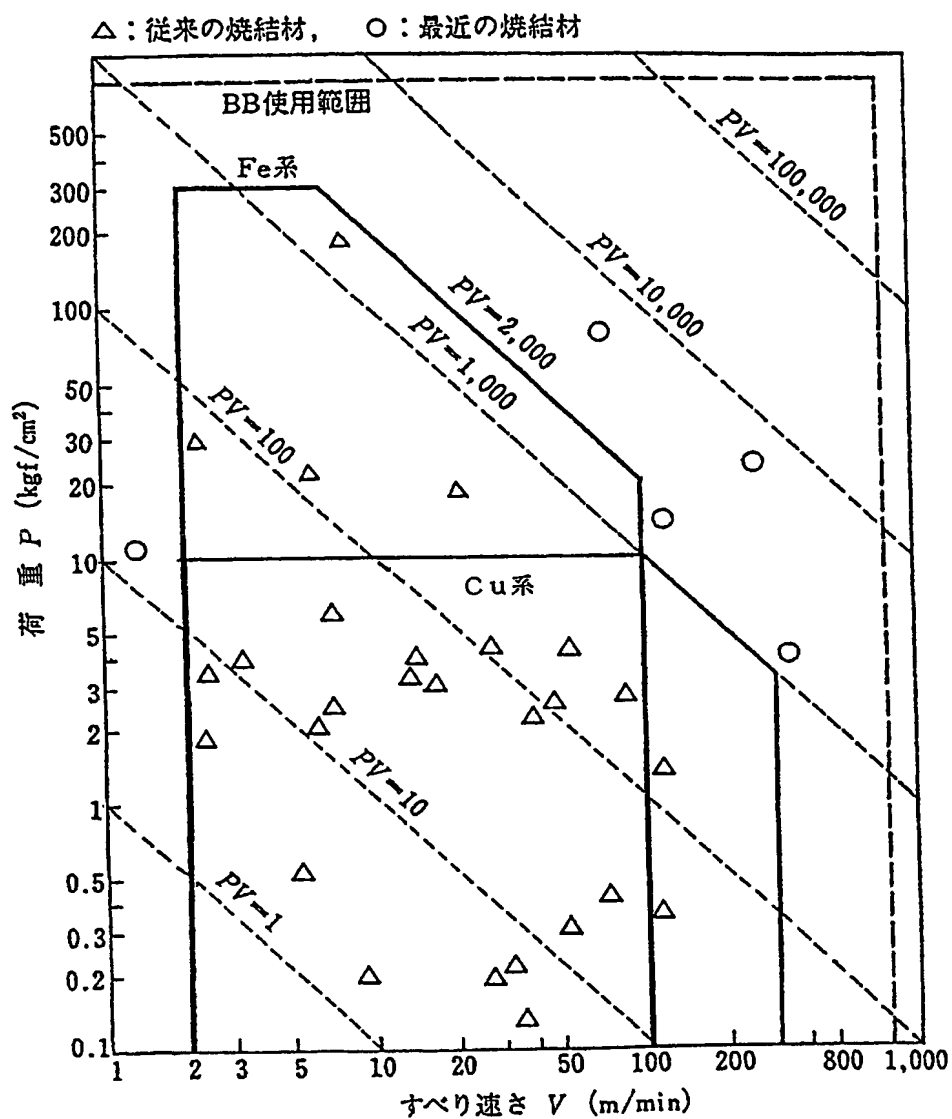
【図 15】

軸受試験用軸受プッシュの形状を表わす図



【図 16】

従来の焼結軸受の適用例を表わす図



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 高面圧・低速摺動や揺動などの極めて悪い潤滑条件下での耐焼付き性、耐摩耗性に優れる焼結摺動材料、摺動部材および連結装置並びにその使用方法を提供する。

【解決手段】 例えば、アーム 5 とバケット 6 とを作業機ピン 26 で連結するバケット連結装置 9B において、前記作業機ピン 26 を、軸機能を有する鋼製の基材（裏金）27 と、この基材 27 に一体化される焼結摺動材料 28 で形成される摺動面 29 とを備え、この摺動面 29 が、少なくとも前記ブラケット 6a に対する当該作業機連結ピン 26 の被支持面部位、および作業機ブッシュ 30 とのすべり接触面のそれぞれに配されるように構成するとともに、前記焼結摺動材料 28 を、Cu または Cu 合金が 10～90 重量%で、残部が Mo を主体とする相対密度が 90% 以上の焼結体からなるものとする。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 3 - 3 1 0 9 6 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 2 3 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区赤坂二丁目 3 番 6 号

氏 名

株式会社小松製作所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.